

**Pengaruh pH, Lama Kontak dan Konsentrasi pada Adsorpsi Ca(II)  
Menggunakan Adsorben Kitin dari Limbah Cangkang Bekicot  
(*Achatina fulica*)**

**SKRIPSI**

oleh:  
**ADHA PURNASIWI**  
**0810923001**



**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2012**

**Pengaruh pH, Lama Kontak dan Konsentrasi pada Adsorpsi Ca(II)  
Menggunakan Adsorben Kitin dari Limbah Cangkang Bekicot  
(*Achatina fulica*)**

**SKRIPSI**

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Sains dalam bidang Kimia

oleh:  
**ADHA PURNASIWI**  
**0810923001**



**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2012**

## LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**Pengaruh pH, Lama Kontak dan Konsentrasi pada Adsorpsi  
Ca(II) Menggunakan Adsorben Kitin dari Limbah Cangkang  
Bekicot (*Achatina fulica*)**

oleh:

**Adha Purnasiwi  
0810923001**

Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji  
pada tanggal .....  
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Sains dalam bidang Kimia

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**

**Darjito, S.Si, M.Si  
NIP. 19700708 199503 1 001**

**Drs. H.M. Misbah Khunur, M.Si  
NIP. 19581101 198603 1 003**

**Mengetahui,  
Ketua Jurusan Kimia  
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya**

**Dr. Sasangka Prasetyawan, MS  
NIP. 19630404 198701 1 001**

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Adha Purnasiwi  
NIM : 0810923001  
Jurusan : Kimia  
Penulis skripsi berjudul :

**Pengaruh pH, Lama Kontak dan Konsentrasi pada Adsorpsi Ca(II) Menggunakan Adsorben Kitin dari Limbah Cangkang Bekicot (*Achatina fulica*)**

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Isi dari tugas akhir yang saya buat adalah benar-benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, selain nama-nama yang termaktub di isi dan tertulis di daftar pustaka dalam tugas akhir ini.
2. Apabila di kemudian hari ternyata tugas akhir yang saya tulis terbukti hasil jiplakan, maka saya bersedia menanggung segala resiko yang akan saya terima.  
Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, Juli 2012  
Yang menyatakan,

Adha Purnasiwi  
NIM. 0810923001

# Pengaruh pH, Lama Kontak dan Konsentrasi pada Adsorpsi Ca(II) Menggunakan Adsorben Kitin dari Limbah Cangkang Bekicot (*Achatina fulica*)

## ABSTRAK

Penelitian pengaruh pH, lama kontak dan konsentrasi pada adsorpsi Ca(II) menggunakan adsorben kitin telah dilakukan. pH larutan dapat mempengaruhi kelarutan Ca(II) dan muatan situs aktif kitin sehingga akan berpengaruh terhadap adsorpsi Ca(II). Lama kontak yang cukup diperlukan oleh adsorben kitin agar dapat mengadsorpsi Ca(II) secara optimal. Semakin tinggi konsentrasi larutan Ca(II) maka akan semakin banyak Ca(II) yang teradsorpsi hingga tercapai kondisi kesetimbangan. Oleh karena itu, pada penelitian ini telah dipelajari pengaruh pH, lama kontak dan konsentrasi Ca(II) pada adsorpsi Ca(II) dengan menggunakan adsorben kitin. Kitin hasil isolasi cangkang bekicot (*Achatina fulica*) dikarakterisasi dengan FTIR dan dihitung derajat deasetilasinya. Adsorpsi Ca(II) oleh kitin dilakukan dengan metode *Batch* dengan variasi pH larutan (3, 4, 5, 6, 7 dan 8), lama kontak (40, 60, 80, 100, 120 dan 150 menit) dan konsentrasi larutan Ca(II) (20, 100, 200, 300, 400, 500 dan 600 ppm). Selanjutnya hasil adsorpsi Ca(II) oleh kitin dianalisis dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom. Hasil penelitian menunjukkan bahwa derajat deasetilasi kitin yang diperoleh adalah 45,52%. Kondisi optimum adsorpsi Ca(II) oleh kitin diperoleh pada pH 5 dan lama kontak 100 menit dengan kapasitas adsorpsi adsorben kitin terhadap Ca(II) sebesar 57,17 mg/g.

*Kata kunci: kitin, adsorpsi, Ca(II), cangkang bekicot.*

**The Influence of pH, Contact Time and Concentration by  
Adsorption of Ca(II) Using Chitin from Shell Waste of Snail  
(*Achatina fulica*)**

**ABSTRACT**

The influence of pH, contact time and concentration toward Ca(II) adsorption using chitin adsorbent has been done. pH could affect the solubility of Ca(II) and chitin active sites so that it would affect the adsorption of Ca(II). Sufficient contact time required by chitin as an adsorbent to adsorb Ca(II) optimally. The higher concentration of Ca(II) solutions would increase the amount of adsorbed Ca(II) until it reached the equilibrium condition. Therefore, this research has studied the influence of pH, contact time and concentration of Ca(II) on Ca(II) adsorption using chitin as an adsorbent. Chitin from the shell of a snail (*Achatina fulica*) were characterized by FTIR and the deacetylation degrees was calculated. Adsorption of Ca(II) by chitin was done by batch method with various pH (3, 4, 5, 6, 7 and 8), contact time (40, 60, 80, 100, 120 and 150 minutes) and concentration of Ca(II) solution (20, 100, 200, 300, 400, 500 and 600 ppm). The results of Ca(II) adsorption by chitin were analyzed by Atomic Absorption Spectrophotometer. The result of research showed that deacetylation degrees of chitin was 45,52%. The optimum condition of Ca(II) adsorption by chitin was at pH 5 and contact time 100 minutes with the adsorption capacity of Ca(II) was 57,17 mg/g.

*Keywords: chitin, adsorption, Ca(II), snail shell.*

## KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kehadirat Allah SWT, karena Ridlo-Nya skripsi yang berjudul **“Pengaruh pH, Lama Kontak dan Konsentrasi pada Adsorpsi Ca(II) Menggunakan Adsorben Kitin dari Limbah Cangkang Bekicot (*Achatina fulica*)”** sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains dalam bidang Kimia, di Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Malang dapat selesai dengan baik.

Penulis telah menerima banyak bantuan, dorongan dan petunjuk serta fasilitas dalam pengerjaan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak, terutama kepada :

1. Bapak Darjito, S.Si, M.Si, selaku dosen pembimbing I yang telah banyak meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, arahan, serta dukungan dalam penyelesaian skripsi ini.
2. Bapak Drs. H.M. Misbah Khunur, M.Si. selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta dukungan dalam penyelesaian skripsi ini.
3. Bapak Drs. Budi Kamulyan, M.Sc selaku dosen penasehat akademik yang telah memberikan arahan selama masa kuliah.
4. Bapak Dr. Sasangka Prasetyawan, MS selaku Ketua Jurusan Kimia.
5. Dosen Peninjau dan Dosen Penguji, atas segala masukan dan saran yang diberikan untuk perbaikan naskah tugas akhir ini.
6. Segenap staf pengajar dan laboran Jurusan Kimia atas bantuan dan perhatian yang telah diberikan selama melaksanakan studi.
7. Ayah, Mama, Adik, seluruh keluarga dan teman-teman yang selalu mendoakan, memberikan dukungan, bantuan, semangat dan kasih sayang hingga terselesaikan skripsi ini.
8. Semua pihak yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis sadar bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran demi penyempurnaan skripsi ini. Akhirnya, penulis berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi ilmu pengetahuan dan kita semua. Amin

Malang, Juli 2012

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iii
<b>ABSTRAK</b> .....	iv
<b>ABSTRACT</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	x
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Bekicot ( <i>Achatina fulica</i> ) sebagai Sumber Kitin .....	5
2.2 Karakterisasi Kitin.....	6
2.3 Kalsium sebagai Penyebab Kesadahan Air .....	8
2.4 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Adsorpsi .....	9
2.5 Analisa Gugus Fungsi Kitin dengan Spektrofotometer Inframerah (IR) .....	11
2.6 Analisa Kadar Ca(II) dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) .....	12
2.7 Hipotesis .....	13
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	14
3.2 Alat Penelitian .....	14
3.3 Bahan Penelitian.....	14
3.4 Tahapan Penelitian .....	14
3.5 Cara Kerja .....	15



3.5.1	Preparasi Adsorben Kitin dari Cangkang Bekicot.....	15
3.5.2	Pembuatan Kurva Baku Ca(II).....	15
3.5.3	Penentuan pH Optimum Adsorpsi Ca(II) oleh Adsorben Kitin.....	16
3.5.4	Penentuan Lama Kontak Optimum Adsorpsi Ca(II) oleh Adsorben Kitin .....	16
3.5.5	Penentuan Kapasitas Adsorpsi Adsorpsi Kitin Terhadap Ion Ca(II) .....	17
3.6	Analisis Data .....	17
3.6.1	Penentuan Persentase Ca(II) Teradsorpsi... ..	17
3.6.2	Penentuan Jumlah Ca(II) Teradsorpsi .....	18
3.6.3	Uji F dengan pola RAL pada taraf nyata 5% .....	18
3.6.4	Uji Beda Nyata Terkecil.....	19

#### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1	Preparasi Adsorben Kitin dari Limbah Cangkang Bekicot .....	20
4.2	Penentuan pH Optimum Adsorpsi Ca(II) oleh Adsorben Kitin .....	24
4.3	Penentuan Lama Kontak Optimum Adsorpsi Ca(II) oleh Adsorben Kitin .....	27
4.4	Penentuan Kapasitas Adsorpsi Ca(II) oleh Adsorben Kitin .....	29
4.5	Penentuan Isotermis Adsorpsi pada Adsorpsi Ca(II) .....	30

#### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1	Kesimpulan.....	33
5.2	Saran .....	33

<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	34
-----------------------------	----

<b>LAMPIRAN</b> .....	39
-----------------------	----

## DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1	Bekicot Jenis <i>Achatina fulica</i> .....	5
Gambar 2.2	Struktur Kitin.....	6
Gambar 2.3	Atomisasi pada SSA.....	12
Gambar 4.1	Spektra IR Cangkang Bekicot .....	20
Gambar 4.2	Reaksi Deproteinasi .....	21
Gambar 4.3	Spektra IR kitin hasil isolasi dan Kitin hasil literatur.....	23
Gambar 4.4	Kurva Hubungan pH terhadap Persen Ca(II) Teradsorpsi (%).....	26
Gambar 4.5	Kurva Hubungan Lama Kontak terhadap Persen Ca(II) Teradsorpsi (%).....	28
Gambar 4.6	Kurva Hubungan Konsentrasi terhadap Jumlah Ca(II) Teradsorpsi .....	29
Gambar 4.7	Kurva Isoterm Langmuir .....	31
Gambar 4.8	Kurva Isoterm Freundlich .....	31



## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1	Pembagian Kesadahan Air Berdasarkan Nilai Kesadahan Total ( $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ ) ..... 9
Tabel 2.2	Interpretasi Gugus Fungsi Spektra Inframerah Kitin ..... 12
Tabel 3.1	Analisis Sidik Ragam Satu Arah ..... 19
Tabel 4.1	Data Rendemen Setiap Perlakuan Isolasi Kitin ..... 21
Tabel 4.2	Tabel Perbandingan Data Spektra IR Kitin Hasil Isolasi dan Kitin Literatur ..... 23
Tabel B.1	Hasil Pengukuran Absorbansi Larutan Baku Ca(II) ..... 42
Tabel D	Intensitas dari Puncak Spektra IR ..... 45
Tabel E.1	Penentuan pH Optimum ..... 47
Tabel E.2	Penentuan Lama Kontak Optimum ..... 49
Tabel E.3	Penentuan Kapasitas Adsorpsi ..... 51
Tabel E.4	Data Penentuan Isotermis Adsorpsi ..... 52
Tabel F.1	Data Variasi pH ..... 54
Tabel F.2	Analisa Ragam pada Penentuan pH Optimum .. 56
Tabel F.3	Uji BNT Variasi pH..... 56
Tabel F.4	Data Variasi Lama Kontak ..... 57
Tabel F.5	Analisa Ragam pada Penentuan Lama Kontak Optimum ..... 59
Tabel F.6	Uji BNT Variasi Lama Kontak ..... 59
Tabel F.7	Data Variasi Konsentrasi ..... 60
Tabel F.8	Analisa Ragam pada Penentuan Kapasitas Adsorpsi Ca(II) ..... 62
Tabel F.9	Uji BNT Variasi Konsentrasi ..... 62

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A	Diagram Alir Tahapan Penelitian ..... 39
Lampiran B	Preparasi Larutan ..... 40
	B.1 Pembuatan Larutan Induk Ca(II) 1000 ppm..... 40
	B.2 Pembuatan Larutan Ca(II) 100 ppm dari Larutan Induk ..... 40
	B.3 Pembuatan Larutan HCl 1M sebanyak 1000 mL ..... 40
	B.4 Pembuatan Larutan NaOH 3,5% sebanyak 500 mL ..... 41
	B.5 Pembuatan Kurva Baku Ca(II) ..... 41
	B.6 Pembuatan Larutan Lantan 2,5% sebanyak 25 mL ..... 42
Lampiran C	Perhitungan Rendemen Hasil Penelitian ..... 43
Lampiran D	Perhitungan Derajat Deasetilasi ..... 44
Lampiran E	Data Hasil Penelitian
	E.1 Penentuan pH Optimum ..... 46
	E.2 Penentuan Lama Kontak Optimum ..... 48
	E.3 Penentuan Kapasitas Adsorpsi ..... 50
Lampiran F	Uji Statistika ..... 54
	F.1 Penentuan pH Optimum ..... 54
	F.2 Penentuan Lama Kontak Optimum ..... 57
	F.3 Penentuan Kapasitas Adsorpsi ..... 60
Lampiran G	Hasil Identifikasi Bekicot ..... 63

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Air merupakan senyawa penting dalam kehidupan. Hampir seluruh kehidupan di dunia ini tidak terlepas dari air. Air dapat mengalami daur hidrologi. Selama menjalani daur hidrologi tersebut air selalu menyerap zat-zat yang menyebabkan air tidak lagi murni. Oleh karena itu, pada hakekatnya tidak ada air yang benar-benar murni [1].

Jenis zat pengotor yang terkandung dalam air bergantung pada jenis bahan yang berkontak dengan air tersebut, sedangkan banyaknya zat pengotor bergantung pada lama kontakannya. Bahan-bahan mineral yang terkandung dalam air karena kontakannya dengan batu-batuan terdiri dari kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ), magnesium karbonat ( $\text{MgCO}_3$ ), kalsium sulfat ( $\text{CaSO}_4$ ), magnesium sulfat ( $\text{MgSO}_4$ ), dan sebagainya [2].

Air yang banyak mengandung mineral kalsium dan magnesium dikenal sebagai air sadah. Kandungan logam kalsium dan magnesium dalam air sadah jika bereaksi dengan sabun membentuk endapan dan mencegah terjadinya busa dalam air. Disamping itu, senyawa-senyawa kalsium dan magnesium relatif sukar larut dalam air, sehingga cenderung untuk memisah dari larutan dan membentuk endapan atau presipitat yang akhirnya menjadi kerak [3].

Kalsium dan magnesium termasuk dalam zat-zat yang tidak membahayakan kesehatan, akan tetapi tidak dikehendaki dalam air minumlah melewati ambang batas. Menurut WHO, syarat kadar kalsium yang diperbolehkan dalam air minum ialah tidak lebih dari 75-100 ppm, sedangkan magnesium tidak boleh melebihi 50-100 ppm. Konsumsi air sadah dalam jangka waktu yang cukup lama dapat menimbulkan gangguan ginjal akibat terakumulasinya endapan  $\text{CaCO}_3$  dan  $\text{MgCO}_3$  dalam ginjal [4].

Berbagai metode telah dikembangkan untuk menurunkan kadar  $\text{Ca(II)}$  dari air sadah, diantaranya dengan melakukan upaya pemanfaatan potensi polimer alam yang mampu mengikat logam berat limbah  $\text{Ca(II)}$  melalui proses adsorpsi.

Adsorpsi merupakan peristiwa penyerapan atau penarikan molekul-molekul gas atau cairan pada permukaan suatu zat padat. Zat padat tersebut disebut adsorben dan bahan yang terserap disebut

adsorbat [5]. Adsorpsi merupakan salah satu cara yang digunakan untuk menurunkan atau menghilangkan logam berat. Metode ini banyak digunakan karena aman, tidak memberikan efek samping yang membahayakan kesehatan, tidak memerlukan peralatan yang rumit dan mudah pengerjaannya [6].

Salah satu adsorben yang dapat digunakan adalah kitin dari limbah cangkang bekicot. Bekicot (*Achatina fulica*) merupakan hewan *mollusca* bertubuh lunak yang dilindungi oleh cangkang keras berbentuk spiral. Bagian cangkang yang mencakup sekitar 83-85 % dari bobot utuh siput umumnya dibuang tanpa dimanfaatkan [7]. Cangkang siput tersusun atas kalsium karbonat [8], sehingga berpotensi untuk digunakan sebagai sumber mineral kalsium (Ca). Kandungan kalsium cangkang siput sekitar 34-35% dalam bahan kering [7].

Cangkang bekicot mengandung bahan polikarbohidrat kitin yang berfungsi sebagai koagulan pada pengolahan air limbah untuk mengendapkan kotoran-kotoran yang terkandung di dalam air. Proses koagulasi ini merupakan bagian primer pada proses pengolahan air limbah. Kitin berpotensi menggantikan koagulan kimia yang umum digunakan, karena lebih murah, tidak beracun, serta dapat luruh secara alami.

Kitin adalah komponen utama dalam dinding sel pada jamur, *exoskeleton* (kerangka luar) dari *arthropoda* seperti *crustacea* (seperti kepiting dan udang) dan serangga. Kitin merupakan polimer alami yang melimpah di alam, terbanyak kedua setelah selulosa. Kandungan kitin berbeda-beda untuk setiap jenis hewan. Cangkang kering *arthropoda* rata-rata mengandung 20-50% kitin [9]. Kitin juga diketahui terdapat pada kulit siput, kepiting, kerang dan bekicot [10]. Kitin merupakan sumber daya yang dapat diperbaharui dan banyak digunakan untuk pengolahan limbah, kosmetik dan obat-obatan. Kitin berupa padatan amorf yang berwarna putih, tidak beracun dan tidak larut dalam air. Kitin dapat membentuk kompleks dengan ion logam transisi dan dapat menyerap zat warna terutama dengan mekanisme pertukaran ion [11].

Dalam penelitian ini adsorben yang digunakan adalah kitin, bukan kitosan. Hal ini disebabkan dalam penelitian ini kitin memiliki beberapa keunggulan dibanding kitosan, yaitu proses pembuatannya mudah, hanya melalui tahap deproteinasi dan demineralisasi tanpa melalui proses deasetilasi seperti pembuatan kitosan. Selain itu, bila ditinjau dari teori HSAB (teori asam-basa keras-lunak) proses

adsorpsi oleh kitin akan lebih maksimal, disebabkan Ca(II) yang merupakan asam keras akan lebih mudah berikatan dengan gugus amida pada kitin yang merupakan basa keras bila dibandingkan dengan gugus amina pada kitosan yang merupakan basa lunak. Interaksi antara Ca(II) dengan gugus amida pada kitin akan menghasilkan gaya elektrostatis yang kuat.

Lama kontak, pH, temperatur, luas permukaan, jenis dan sifat adsorben, sifat dan konsentrasi adsorbat merupakan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi proses adsorpsi seperti dikutip dari Sawyer and Hassler dalam Putro [12]. Pada penelitian ini akan diangkat tiga parameter, yaitu pH, lama kontak dan konsentrasi. pH larutan Ca(II) menjadi parameter penting karena tingkat keasaman dapat mempengaruhi muatan permukaan adsorben, sehingga mengubah kemampuannya untuk menyerap senyawa dalam bentuk ion. Pada lama kontak, proses adsorpsi akan konstan saat kesetimbangan adsorpsi telah tercapai. Sedangkan variasi konsentrasi adsorbat digunakan untuk menentukan kapasitas adsorpsi dari adsorben kitin.

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, maka dalam penelitian ini akan dilakukan adsorpsi logam Ca(II) menggunakan kitin hasil isolasi cangkang bekicot dengan sistem *batch*. Uji adsorpsi menggunakan variasi pH, lama kontak dan konsentrasi. Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan kitin sebagai adsorben yang mudah dibuat untuk menurunkan kadar logam Ca(II) yang terkandung dalam air sadah.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Permasalahan yang diungkap dalam penelitian ini berdasarkan tinjauan latar belakang diatas adalah :

1. Bagaimana pengaruh pH pada adsorpsi Ca(II) menggunakan adsorben kitin dari limbah cangkang bekicot?
2. Bagaimana pengaruh lama kontak pada adsorpsi Ca(II) menggunakan adsorben kitin dari limbah cangkang bekicot?
3. Seberapa besar kapasitas adsorpsi adsorben kitin dari limbah cangkang bekicot terhadap Ca(II)?

## **1.3 Batasan Masalah**

1. Cangkang bekicot (*Achatina fulica*) diambil dari daerah Siraman Kecamatan Kesamben, Blitar, Jawa Timur.
2. Proses adsorpsi dilakukan pada temperatur ruang.
3. Penentuan pengaruh pH dengan variasi pH larutan Ca(II) 3, 4, 5, 6, 7, dan 8.
4. Penentuan pengaruh lama kontak pada 40, 60, 80, 100, 120 dan 150 menit.
5. Penentuan kapasitas adsorpsi dilakukan pada konsentrasi 20, 100, 200, 300, 400, 500 dan 600 ppm pada pH dan lama kontak optimum.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mempelajari pengaruh pH terhadap adsorpsi Ca(II) pada adsorben dari limbah cangkang bekicot.
2. Mempelajari pengaruh lama kontak terhadap adsorpsi Ca(II) pada adsorben dari limbah cangkang bekicot.
3. Menentukan kapasitas adsorpsi adsorben kitin dari limbah cangkang bekicot terhadap Ca(II).

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini adalah meningkatkan pemanfaatan limbah cangkang bekicot, memberikan alternatif cara mengurangi atau menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh Ca(II), dapat mengisolasi kitin dari cangkang bekicot (*Achatina fulica*) yang dapat dimanfaatkan sebagai adsorben, dan dapat memberikan informasi tentang pH optimum dan lama kontak optimum pada adsorpsi Ca(II) serta kapasitas adsorpsi adsorben kitin terhadap Ca(II).



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Bekicot (*Achatina fulica*) sebagai Sumber Kitin

Bekicot atau *Achatina fulica* adalah siput darat yang tergolong dalam suku *Achatinidae*. Bekicot termasuk binatang lunak (*mollusca*) dan diklasifikasikan ke dalam kelas *gastropoda*. Klasifikasi bekicot sebagai berikut [13]:

Divisio	: Mollusca
Kelas	: Gastropoda
Ordo	: Pulmonata
Familia	: Achatinidae
Genus	: <i>Achatina</i>
Spesies	: <i>Achatina fulica</i>

Bekicot memiliki ciri warna garis-garis coklat pada cangkang yang tidak begitu mencolok, berat badan antara 150-200 g atau lebih dengan ukuran badan antara 90-130 mm, telur sekitar 100-300 butir dengan tiga sampai dengan empat kali bertelur dalam satu tahun, yang dapat dilihat pada Gambar 2.1 dibawah ini [14]:



**Gambar 2.1:** Bekicot Jenis *Achatina fulica*

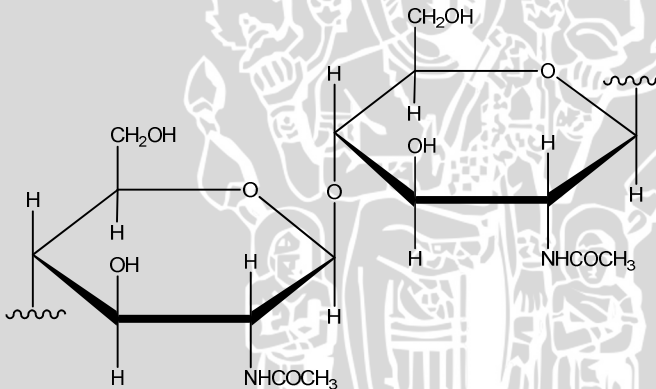
Bekicot banyak dimanfaatkan untuk makanan manusia sebagai sumber protein (*escargot*) di Eropa, Asia dan Afrika karena mengandung banyak daging dan mengandung banyak asam amino esensial. Bekicot juga sudah menjadi komoditas ekspor. Besarnya manfaat dan pertumbuhan perdagangan bekicot menyebabkan timbulnya masalah limbah cangkang bekicot dalam jumlah yang cukup besar. Limbah cangkang bekicot banyak ditemukan di Jawa Timur khususnya di kabupaten Kediri. Cangkang bekicot banyak mengandung senyawa-senyawa antara lain protein, lemak, air, kitin

dan mineral-mineral seperti kalsium, kalium, magnesium, besi, seng dan mangan [15].

Zat kapur yang terkandung dalam cangkang bekicot berupa senyawa kalsium karbonat. Jika dilihat dari kandungannya, di dalam cangkang bekicot mengandung kalsium sebesar 36,1% dan fosfor sebesar 0,14% [16]. Dengan komposisi kalsium yang cukup besar ini, diharapkan setelah kitin diisolasi dari cangkang bekicot dapat mengadsorpsi logam Ca(II) yang terkandung dalam air sadah.

## 2.2 Karakterisasi Kitin

Kitin adalah komponen utama dalam dinding sel pada jamur, *exoskeleton* (kerangka luar) dari *arthropoda* seperti *crustacea* (seperti kepiting dan udang) dan serangga. Kitin memiliki kerangka polisakarida yang tersusun dari 2-asetamida-2-deoksi-D-glukosa yang berikatan dengan 1-4-beta. Rumus struktur kitin adalah sebagai berikut [17]:



**Gambar 2.2:** Struktur Kitin

Berdasarkan struktur kitin di atas dapat diketahui rumus molekul kitin adalah  $(C_8H_{13}NO_5)_n$  dengan komposisi: C = 47,29%, H = 6,45%, N = 6,89% dan O = 39,37% [18].

Kitin merupakan zat yang tak larut dalam air, asam anorganik encer, alkali encer dan pekat, alkohol, dan pelarut organik lainnya tetapi larut dalam asam-asam mineral yang pekat [19]. Di dalam cangkang, kitin terdapat sebagai makro polisakarida yang berkaitan dengan garam-garam anorganik terutama kalsium karbonat ( $CaCO_3$ ), protein, dan lipida. Oleh karena itu untuk mengisolasi dari cangkang

bekicot diperlukan proses pemisahan protein (deproteinasi) dan pemisahan mineral (demineralisasi). Proses deproteinasi dilakukan dengan larutan natrium hidroksida (NaOH) panas, sedangkan proses demineralisasi dilakukan dengan asam klorida (HCl) encer.

Menurut Bastaman [20], kitin adalah suatu polimer N-asetil glukosamin yang terdeasetilasi sedikit (lebih besar dari 25% dan lebih kecil dari 70%). Harga derajat terdeasetilasi kitin tergantung dari bahan baku kitin yang digunakan dan proses yang dijalankan. Penghitungan derajat deasetilasi dapat menggunakan rumus *base line* yang dirumuskan oleh Domszy dan Roberts[21] :

$$\%DD = 1 - \left( \frac{A_{\text{asetamida}}}{A_{\text{hidroksil}}} \times \frac{1}{1,33} \right) \times 100\% \quad (2.1)$$

dengan :

$A_{\text{asetamida}}$  = Absorbansi untuk serapan NH pada gugus amida.

$A_{\text{hidroksil}}$  = Absorbansi untuk serapan gugus hidroksil

Menurut Gadd [22] penyerapan logam melibatkan ikatan ion dan kovalen dengan polisakarida sebagai sumber gugus fungsional yang mengikat logam. Gugus ligan yang tersedia merupakan gugus yang bermuatan negatif yang berkoordinasi dengan atom pusat logam melalui pasangan elektron bebas. Pada kitin gugus aktif yang membentuk khelat adalah gugus hidroksi kitin [23].

Situs aktif pada kitin juga dipengaruhi oleh pH larutan adsorbatnya. Jika suatu larutan dibawah nilai pKa suatu gugus maka larutan tersebut akan lebih bersifat asam dan bentuk protonasi akan lebih banyak [24]. Hal tersebut menjelaskan bahwa gugus fungsional kitin akan terprotonasi pada saat pH larutan dibawah nilai pKa kitin. pKa kitin sendiri adalah 6,1 [25]. pKa kitin lebih kecil dibandingkan pKa kitosan yaitu sekitar 6,7 [26]. Hal ini disebabkan gugus  $\text{NH}_2$  pada kitosan lebih bersifat basa.

### 2.3 Kalsium sebagai Penyebab Kesadahan Air

Air sadah adalah air yang mengandung beberapa jenis mineral yaitu Ca, Mg, Sr, Fe dan Mn dengan konsentrasi yang cukup tinggi. Kandungan berbagai mineral tersebut mengakibatkan air menjadi keruh dan dapat mengurangi daya kerja sabun serta menimbulkan kerak pada dasar ketel. Mineral-mineral yang menjadi penyebab kesadahan air adalah garam-garam kalsium/magnesium

bikarbonat, kalsium/magnesium sulfat serta kalsium/magnesium klorida.

Menurut Winarno [4], berdasarkan kandungan mineral maka kesadahan air dibagi dalam dua golongan, yaitu kesadahan air sementara/temporer disebut pula kesadahan karbonat dan kesadahan air tetap/permanen disebut pula kesadahan non karbonat. Kesadahan air sementara dapat dihilangkan dengan pendidihan. Air dengan tipe ini terdapat di daerah berkapur. Sejumlah kecil karbon dioksidasi terlarut dalam air hujan membentuk asam lemah yaitu asam bikarbonat. Asam karbonat secara perlahan-lahan melarutkan kalsium karbonat membentuk kalsium bikarbonat yang larut.

Air dengan kesadahan tetap mengandung kalsium sulfat dan magnesium sulfat serta kalsium klorida dan magnesium klorida yang terlarut dalam air hujan menerobos batu-batuan yang mengandung garam-garam tersebut.

Air sadah pada umumnya terdapat pada daerah yang mempunyai pembentukan batu kapur secara geologi yang berlangsung ekstensif. Batu-batuan karbonat mudah mengalami erosi dengan adanya air yang mengandung CO<sub>2</sub> terlarut, yang reaksinya dapat ditunjukkan oleh persamaan 1 dan 2 [4] :



Tingkat kesadahan di berbagai perairan berbeda-beda, tergantung kontak air tersebut dengan batuan kapur pada lapisan tanah yang dilalui. Tingkat kesadahan air berdasarkan nilai kesadahan total ditunjukkan pada Tabel 2.1 [27]:

**Tabel 2.1:** Pembagian Kesadahan Air Berdasarkan Nilai Kesadahan Total (Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup>)

No.	Nama Tipe	Nilai Kesadahan (mmol/L)	Ketersediaan di Alam
1	Sangat lunak	0 – 0,5	F
2	Lunak	0,5 – 1	F Fb B
3	Agak sadah	1 – 2	F Fb B Bs
4	Sadah	2 – 8	F Fb B Bs
6	Sangat sadah	8 – 16	Fb B Bs S
7	Sangat sadah sekali	16 – 54	Bs S H
9	Sangat sadah sekali	64 – 128	S H

10	Sangat sadah sekali	128 – 256	H
----	---------------------	-----------	---

Keterangan : F = air tawar; Fb = tawar agak payau; B = payau; Bs = payau agak asin; S = asin; H = sangat asin

## 2.4 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Adsorpsi

Adsorpsi merupakan suatu proses penyerapan oleh padatan tertentu terhadap zat tertentu yang terjadi pada permukaan zat padat karena adanya gaya tarik atom atau molekul pada permukaan zat padat [28]. Adanya gaya tersebut menyebabkan padatan cenderung menarik molekul-molekul lain yang bersentuhan dengan permukaan padatan, baik fasa gas atau fasa larutan ke dalam permukaannya. Zat padat tersebut disebut adsorben dan bahan yang terserap disebut adsorbat [5]. Adsorpsi adalah gejala pada permukaan, sehingga semakin besar luas permukaan, maka semakin banyak zat yang teradsorpsi [29].

Suatu zat padat mempunyai kecenderungan untuk menyerap atau menarik molekul-molekul gas atau cairan pada permukaannya. Adsorpsi senyawa yang terlarut oleh adsorben berlangsung terus menerus dan berhenti pada saat sistem mencapai keseimbangan, yaitu antara konsentrasi yang tinggal di dalam larutan samadengan konsentrasi yang diadsorpsi oleh adsorben. Adapun adsorben yang baik umumnya mempunyai luas permukaan yang besar tiap unit partikelnya [30].

Proses adsorpsi dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti dikutip dari Sawyer and Hassler dalam Putro [12] yaitu sifat adsorbat, sifat adsorben, konsentrasi adsorbat, temperatur, waktu kontak dan pengocokan serta pH (derajat keasaman). Pada pengaruh sifat adsorbat, besarnya adsorpsi zat terlarut tergantung pada kelarutannya dalam pelarut. Pada sifat adsorben, luas permukaan adsorben akan sangat berpengaruh terutama untuk tersedianya tempat adsorpsi. Besarnya adsorpsi sebanding dengan luas permukaan adsorben. Semakin besar luas permukaan, semakin besar pula adsorpsi yang terjadi. Jika ditinjau dari konsentrasi adsorbat, pengaruh konsentrasi pada adsorpsi adalah dengan meningkatnya konsentrasi suatu adsorbat, maka jumlah ion dalam adsorbat larutan tersebut akan meningkat. Hal ini disebabkan semakin besarnya faktor tumbukan yang terjadi antara adsorbat dan permukaan aktif adsorben, sehingga memungkinkan berlangsungnya proses penyerapan dalam jumlah yang lebih banyak dan jumlah adsorbat yang teradsorpsi juga akan meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi adsorbat. Peningkatan ini akan terjadi sampai situs aktif

pada permukaan adsorben telah jenuh dengan adsorbat dan tidak mampu lagi untuk mengikat adsorbat. Pada keadaan ini peningkatan konsentrasi adsorbat lebih lanjut tidak akan menaikkan adsorpsi adsorbat terhadap adsorben. Saat adsorben telah jenuh akan terjadi kesetimbangan adsorpsi dimana laju adsorpsi sama dengan laju desorpsi sehingga pada keadaan ini jumlah adsorbat yang diadsorpsi oleh adsorben akan cenderung konstan.

Proses adsorpsi juga dipengaruhi temperatur, reaksi yang terjadi pada adsorpsi umumnya eksotermis, oleh karena itu adsorpsi akan naik jika temperatur tinggi. Waktu kontak dan pengocokan yang cukup diperlukan untuk mencapai kesetimbangan adsorpsi. Jika fase cairan yang berisi adsorben diam, maka difusi adsorbat melalui permukaan adsorben akan lambat [22,31]. pH (derajat keasaman) merupakan pengaruh utama pada proses adsorpsi logam didalam larutan karena pH akan mempengaruhi muatan pada situs aktif atau ion  $H^+$  akan berkompetisi dengan kation untuk berikatan dengan situs aktif. Selain itu pH juga mempengaruhi spesies logam yang ada dalam larutan sehingga akan mempengaruhi terjadinya interaksi ion logam dengan situs aktif adsorben. Ion ion logam dalam larutan sebelum teradsorpsi oleh adsorben akan terlebih dahulu mengalami hidrolisis, menghasilkan proton dan kompleks hidrokso logam seperti reaksi berikut [31]:



Pada umumnya senyawa-senyawa pengompleks (pengkhelat) adalah konjugat basa dari kation (ion logam atau ion  $H^+$ ). Oleh karena ion logam dan ion  $H^+$  berkompetisi dalam memperebutkan ligan sehingga dapat dipahami bahwa kemampuan pengompleksan suatu ion logam dipengaruhi oleh pH [17].

Pada umumnya dikenal dua jenis adsorpsi, yaitu adsorpsi fisika dan adsorpsi kimia. Adsorpsi fisika adalah adsorpsi yang disebabkan oleh interaksi antara adsorben dan adsorbat pada permukaan karena adanya gaya tarik *Van der Waals* atau ikatan hidrogen [32]. Pada adsorpsi ini, adsorbat tidak diikat secara kuat pada permukaan adsorben sehingga mudah diganti oleh adsorbat lain. Pada adsorpsi kimia melibatkan interaksi yang lebih kuat antara adsorbat dengan adsorben sehingga adsorbat tidak bebas bergerak dari suatu bagian ke bagian lain [33].

## 2.5 Analisa Gugus Fungsi Kitin dengan Spektrofotometer Inframerah (IR)

Penentuan struktur suatu senyawa berdasarkan interaksi molekul dengan energi sinar inframerah menggunakan alat yang disebut spektrofotometer inframerah. Atom-atom dalam suatu molekul tidak diam, tetapi terus bervibrasi (bergetar) dimana ikatan kimia yang menghubungkan dua atom dapat dimisalkan sebagai dua bola yang dihubungkan oleh suatu pegas.

Prinsip kerja spektrofotometer IR adalah sampel dilewati oleh sinar inframerah monokromatis dan jumlah energi yang diabsorpsi dicatat. Dengan mengulang prosedur pada bilangan gelombang  $4000\text{--}500\text{ cm}^{-1}$  akan didapatkan spektrum antara panjang gelombang ( $\lambda$ ) atau frekuensi pada sumbu x dan persentase transmitan (T) pada sumbu y. Spektrofotometer IR dapat digunakan untuk menganalisa kualitatif maupun kuantitatif. Analisa kualitatif spektroskopi FTIR secara umum dipergunakan untuk identifikasi gugus fungsional yang terdapat dalam suatu senyawa yang dianalisa. Interpretasi gugus fungsi kitin hasil isolasi (Gatot 2006) dalam Widjajanti [34] ditunjukkan pada Tabel 2.2:

**Tabel 2.2:** Interpretasi Gugus Fungsi Kitin

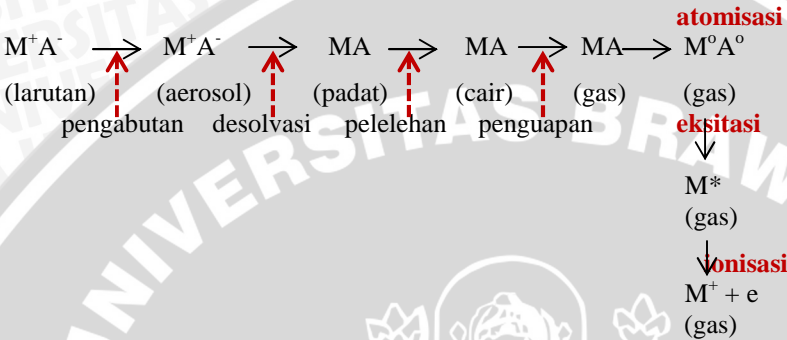
No.	Bilangan Gelombang ( $\text{cm}^{-1}$ )	Interpretasi Gugus Fungsional
1	3448,5	Vibrasi ulur gugus $\text{-OH}$
2	1082,0	Vibrasi ulur $\text{-C-O-}$
3	2987,5 2918,1 2852,5	Vibrasi ulur C-H dari alkana. Serapan ulur dari gugus $\text{-CH}_3$ dan $\text{-CH}_2\text{-}$
4	1473,5	Gugus $\text{-CH}_3$ yang terikat pada amida
5	1647,1	Gugus $\text{C=O}$ pada amida

## 2.6 Analisa Kadar Ca(II) dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)

Metode spektrofotometer serapan atom didasarkan pada serapan cahaya oleh atom. Atom-atom menyerap energi cahaya pada panjang gelombang tertentu, tergantung sifat unsurnya. Atom-atom tersebut memperoleh energi lebih banyak sehingga terjadi transisi elektronik dari keadaan dasar ke tingkat energi eksitasi. Transisi elektronik suatu unsur bersifat spesifik. Penentuan panjang

gelombang dipilih pada panjang gelombang yang menghasilkan spektrum yang tajam dengan intensitas maksimum [35].

Metode spektrofotometer serapan atom sangat tepat digunakan untuk analisa zat pada konsentrasi rendah dan logam-logam yang membentuk campuran kompleks [35].



**Gambar 2.3:**Atomisasi pada SSA

Pada proses atomisasi ada 3 tahapan (Gambar 2.3) dalam nyala SSA yaitu [36]:

1. Pelarut diuapkan sehingga solut tertinggal dalam fasa padat
2. Fasa padat diubah menjadi fasa uap
3. Terjadi atomisasi dalam bentuk gas

Atom-atom menyerap cahaya pada  $\lambda$  tertentu. Unsur Ca dapat menyerap cahaya maksimum pada  $\lambda$  422,7 nm; Mg pada  $\lambda$  285,2 nm; Na pada  $\lambda$  589 nm; sedangkan K pada  $\lambda$  766,5 nm dengan menggunakan nyala gas etilen dan udara kering. Pada metode ini, lampu katoda berongga yang dipilih harus spesifik dengan atom yang akan ditentukan, misalnya dalam penentuan kadar Ca maka lampu katoda berongga yang digunakan adalah lampu katoda berongga Ca [35].

Penentuan kandungan atau konsentrasi logam Ca dilakukan dengan membuat kurva kalibrasi atau pembacaan langsung dari alat SSA. Untuk dapat membuat kurva kalibrasi dilakukan dengan mengukur serapan (absorbansi) dari larutan standar yang dibuat dari berbagai jenis variasi konsentrasi, sehingga dari kurva kalibrasi akan diperoleh persamaan regresi linear:

$$y = ax + b \quad (2.2)$$



dimana:

y = absorbansi

x = konsentrasi

a = *slope*/kemiringan

b = *intercept*

Sampel yang telah diadsorpsi kemudian diukur absorbansinya, dan nilai dari absorbansi tersebut dikonversi kedalam persamaan regresi linear untuk memperoleh konsentrasi sampel logam Ca. Kelebihan metode SSA dibanding metode lain adalah analisisnya sederhana dan cepat, ketelitian dalam mengukur konsentrasi sampel sampai tingkat urut dan tidak memerlukan pemisahan terlebih dahulu asalkan katoda berongga yang dibutuhkan tersedia [37].

## 2.7 Hipotesis

Semakin tinggi pH larutan dan semakin lama waktu kontak semakin besar jumlah Ca(II) teradsorpsi, begitu pula semakin tinggi konsentrasi larutan Ca(II) maka akan semakin banyak Ca(II) yang teradsorpsi hingga mencapai kapasitas optimumnya.



## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia Anorganik Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Malang dari bulan Februari 2012 hingga bulan April 2012.

### 3.2 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain pipet ukur (10 mL), pipet volume (10 mL), pipet tetes, gelas ukur (100 mL), labu ukur (25 dan 100 mL), batang pengaduk, corong, gelas kimia (250 dan 1000 mL), erlenmeyer (250 mL), kertas saring, pH-meter merek inoLab, botol sampel, oven Fisher Scientific 655 F, *blender*, ayakan (120 dan 150 mesh), termometer, pH universal, bola hisap, pengaduk magnetik (IKAMAG<sup>®</sup>RH), stirer, *timer*, neraca analitik Mettler PE 300, desikator, pengocok elektrik (*shaker*) tipe H-SR-200, seperangkat alat spektrofotometer FTIR Shimadzu FTIR-8601 PC, seperangkat alat SSA Shimadzu AA-6200.

### 3.3 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah cangkang bekicot (*Achatina fulica*), NaOH (3,5% b/v), HCl (37% b/v,  $\rho = 1,19 \text{ g/mL}$ ),  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  p.a,  $\text{LaCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  p.a,  $\text{HNO}_3$  (65% b/v,  $\rho = 1,42 \text{ g/mL}$ ), akuades.

### 3.4 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap yaitu:

- 3.4.1 Preparasi adsorben kitin dari limbah cangkang bekicot
- 3.4.2 Pembuatan kurva baku Ca(II)
- 3.4.3 Penentuan pH optimum adsorpsi Ca(II) oleh adsorben kitin dari cangkang bekicot
- 3.4.4 Penentuan lama kontak optimum adsorpsi Ca(II) oleh adsorben kitin dari cangkang bekicot
- 3.4.5 Penentuan kapasitas adsorpsi adsorben kitin terhadap Ca(II)
- 3.4.6 Analisis data

### **3.5 Cara Kerja**

#### **3.5.1 Preparasi Adsorben Kitin dari Limbah Cangkang Bekicot**

Cangkang bekicot dibersihkan dan dicuci dengan air hingga bersih, kemudian dikeringkan dengan cara diangin-anginkan pada udara terbuka. Cangkang bersih kemudian dihaluskan dengan blender dan diayak dengan ayakan 120 mesh. Serbuk yang lolos ayakan 120 mesh kemudian diayak kembali dengan ayakan 150 mesh, dan yang tertinggal pada ayakan 150 mesh digunakan untuk proses selanjutnya yaitu deproteinasi.

Pada tahap deproteinasi serbuk cangkang bekicot dimasukkan dalam labu kimia 1000 ml dan ditambahkan larutan NaOH 3,5 % (Lampiran B.4) dengan perbandingan 1 : 10 (b/v) untuk perbandingan serbuk cangkang bekicot dan pelarut, kemudian dipanaskan pada temperatur 60°C menggunakan pemanas listrik sambil diaduk selama 2 jam dengan pengaduk magnetik. Setelah dingin, larutan lalu disaring dan dinetralkan dengan akuades sehingga diperoleh residu padatan yang kemudian dikeringkan pada temperatur 60°C. Hasil yang diperoleh digunakan untuk tahap selanjutnya yaitu demineralisasi dengan menambahkan larutan HCl 1 M (Lampiran B.3) dengan perbandingan 1 : 15 (b/v) dan dipanaskan pada 40°C sambil diaduk dengan pengaduk magnetik selama 30 menit kemudian didinginkan. Setelah dingin, padatan disaring dan dinetralkan dengan akuades, kemudian dikeringkan dalam oven pada temperatur 60°C. Serbuk hasil deproteinasi dan demineralisasi kemudian dianalisis kuantitatif dengan perhitungan derajat deasetilasi dan secara kualitatif dengan spektrofotometer inframerah.

#### **3.5.2 Pembuatan Kurva Baku Ca(II)**

Larutan Ca(II) 100 ppm yang telah dibuat (Lampiran B.2) diambil dengan pipet sebanyak 1; 4; 6; 8 dan 10 mL. Kemudian dimasukkan dalam lima labu ukur berukuran 100 mL yang berbeda dan ditambahkan 1 mL asam nitrat pekat dan 0,25 mL lantan. Selanjutnya ditambahkan akuades sampai tanda batas. Masing-masing larutan Ca(II) yang dihasilkan dengan konsentrasi yang berbeda yaitu 1, 6, 8 dan 10 ppm (Lampiran B.5) kemudiandiukur absorbansi larutan Ca(II) pada panjang gelombang maksimum 422,7 nm dengan spektrometer serapan atom (Lampiran B.5.2).

### **3.5.3 Penentuan pH Optimum Adsorpsi Ca(II) oleh Adsorben Kitin dari Cangkang Bekicot**

Larutan Ca(II) 100 ppm 10 mL dikondisikan pada pH 3 dan dimasukkan pada labu ukur 25 mL, ditambahkan pelarut pH 3 hingga tanda batas, dikocok hingga homogen dan dituang dalam erlenmeyer. Kitin sebanyak 0,1 g ditambahkan ke dalam erlenmeyer, dikocok dengan kecepatan 150 rpm selama 60 menit. Dilakukan langkah yang sama untuk pH 4; 5; 6; 7 dan 8 dengan penambahan larutan HCl 0,1 M atau larutan NaOH 0,1 M. Setelah diadsorpsi, campuran disentrifugasi dan diambil filtratnya. Filtrat yang dihasilkan diambil dengan pipet sebanyak 1 mL, dimasukkan labu ukur 25 mL dan ditambah 1 mL HNO<sub>3</sub> pekat dan 0,25 mL larutan lantan lalu ditandabatkan dengan akuades. Larutan dimasukkan ke dalam botol sampel dan diukur konsentrasi Ca(II) sisa dengan spektrofotometer serapan atom. Masing-masing dilakukan tiga kali pengulangan. Selanjutnya dibuat kurva antara pH dan persentase Ca(II) yang teradsorpsi (%) untuk mengetahui dan menentukan pH optimum adsorpsi Ca(II) oleh adsorben kitin.

### **3.5.4 Penentuan Lama Kontak Optimum Adsorpsi Ca(II) oleh Adsorben Kitin dari Cangkang Bekicot**

Larutan Ca(II) 100 ppm 10 mL dikondisikan pada pH 5 (pH optimum) dan dimasukkan pada labu ukur 25 mL, ditambahkan pelarut pH 5 hingga tanda batas, dikocok hingga homogen dan dituang dalam erlenmeyer. Kitin sebanyak 0,1 g ditambahkan ke dalam erlenmeyer, dikocok dengan kecepatan 150 rpm pada variasi waktu 40; 60; 80; 100; 120 dan 150 menit. Setelah diadsorpsi, campuran disentrifugasi dan diambil filtratnya. Filtrat yang dihasilkan diambil dengan pipet sebanyak 1 mL, dimasukkan labu ukur 25 mL dan ditambah 1 mL HNO<sub>3</sub> pekat dan 0,25 mL larutan lantan lalu ditambahkan akuades hingga tanda batas. Larutan dimasukkan ke dalam botol sampel dan diukur konsentrasi Ca(II) sisa dengan spektrofotometer serapan atom. Masing-masing dilakukan tiga kali pengulangan. Selanjutnya dibuat kurva antara lama kontak (menit) dengan jumlah Ca(II) yang teradsorpsi (Q) (mg/g) untuk mengetahui dan menentukan waktu kesetimbangan adsorpsi optimum Ca(II) oleh adsorben kitin.

### 3.5.5 Penentuan Kapasitas Adsorpsi Adsorben Kitin Terhadap Ca(II)

Larutan Ca(II) 1000 ppm masing-masing 0,5; 2,5; 5; 7,5; 10; 12,5 dan 15 mL dimasukkan dalam botol sampel kemudian diatur pada pH 5. Setelah itu masing-masing larutan dimasukkan dalam labu ukur berukuran 25 mL, ditambahkan pelarut pH 5 sampai tanda batas. Dihasilkan larutan Ca(II) dengan konsentrasi yang berbeda yaitu 20, 100, 200, 300, 400, 500 dan 600 ppm dan dimasukkan dalam erlenmeyer. Masing-masing erlenmeyer ditambahkan adsorben kitin sebanyak 0,1 g, kemudian dikocok menggunakan pengocok elektrik dengan kecepatan 150 rpm selama 100 menit. Setelah diadsorpsi, campuran disentrifugasi dan diambil filtratnya. Filtrat yang dihasilkan pada konsentrasi 20 ppm diambil dengan pipet sebanyak 2 mL dan dimasukkan dalam labu takar 25 mL. Sedangkan filtrat yang dihasilkan dari konsentrasi 200, 300, 400, 500 dan 600 ppm dipipet 1 mL kemudian dimasukkan dalam labu ukur 100 mL. Setelah itu masing-masing labu takar ditambah 1 mL HNO<sub>3</sub> pekat dan 0,25 mL larutan lantan lalu ditambahkan akuades hingga tanda batas. Larutan dimasukkan ke dalam botol sampel dan diukur konsentrasi Ca(II) sisa dengan spektrofotometer serapan atom. Masing-masing dilakukan tiga kali pengulangan. Selanjutnya dibuat kurva antara konsentrasi Ca(II) yang tersisa (C<sub>s</sub>) dan jumlah Ca(II) yang teradsorpsi (Q) (mg/g) untuk mengetahui dan menentukan kapasitas adsorpsi maksimum Ca(II) oleh adsorben kitin.

## 3.6 Analisis Data

### 3.6.1 Penentuan Persentase Ca(II) Teradsorpsi

Penentuan kondisi optimum teradsorpsi Ca(II) disajikan dalam bentuk grafik antara :

- variasi pH terhadap persentase Ca(II) teradsorpsi
- variasi lama kontak terhadap persentase Ca(II) teradsorpsi
- variasi konsentrasi terhadap jumlah Ca(II) teradsorpsi

Persen teradsorpsi dapat dihitung dengan persamaan 3.1

$$\text{Ca(II) teradsorpsi (\%)} = \frac{C_0 - C_s}{C_0} \times 100\% \quad (3.1)$$

dimana:

C<sub>0</sub> = konsentrasi sebelum adsorpsi (ppm)

C<sub>s</sub> = konsentrasi setelah adsorpsi (ppm)

### 3.6.2 Penentuan Jumlah Ca(II) Teradsorpsi

Penentuan jumlah Ca(II) yang teradsorpsi oleh kitin cangkang bekicot dalam tiap gramnya ( $Q$ ) dihitung dengan cara memasukan harga absorbansi ( $A$ ) pada persamaan kurva baku untuk larutan Ca(II) sehingga diketahui konsentrasi Ca(II) sisa. Jumlah Ca(II) yang teradsorpsi oleh kitin dapat dihitung dengan persamaan 3.2

$$Q = \frac{(C_0 - C_s) \times V}{W \times 1000} \quad (3.2)$$

dimana:

- $Q$  = jumlah Ca(II) yang teradsorpsi (mg/g)
- $C_0$  = konsentrasi Ca(II) awal (ppm)
- $C_s$  = konsentrasi Ca(II) sisa (ppm)
- $V$  = volume larutan Ca(II) (mL)
- $W$  = massa adsorben cangkang bekicot (g)

Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan uji F menggunakan pola Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan taraf nyata 5% untuk mengetahui pengaruh dari tiap perlakuan. Apabila terdapat perbedaan, analisis dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) untuk mengetahui perlakuan mana yang memberikan beda nyata dan tidak beda nyata.

### 3.6.3 Penentuan Isotermis Adsorpsi Langmuir

Persamaan isotermis Langmuir memperkirakan kapasitas adsorpsi maksimum pada seluruh permukaan satu lapis (*monolayer*) permukaan adsorpsi. Persamaan isotermis Langmuir adalah sebagai berikut:

$$Q = \frac{Q_{\max} K C_s}{(1 + K C_s)} \quad (3.3)$$

dimana:

- $Q$  = jumlah adsorbat yang teradsorpsi (mg/g)
- $K$  = konstanta disosiasi Langmuir
- $C_s$  = konsentrasi adsorbat di dalam larutan setelah adsorpsi (mg/L)
- $Q_{\max}$  = jumlah adsorbat maksimum yang dapat diadsorpsi oleh adsorben (mg/g)

Persamaan tersebut dapat disusun secara linier menjadi:

$$\frac{1}{Q} = \left( \frac{1}{Q_{\max} K} \times \frac{1}{C_s} \right) + \frac{1}{Q_{\max}} \quad (3.4)$$

### 3.6.4 Uji F dengan pola RAL pada taraf nyata 5%

Ada beberapa langkah yang perlu dilakukan untuk melakukan uji F, yaitu:

1. Menghitung faktor koreksi (FK)

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

2. Menghitung jumlah kuadrat (JK)

- a. JK total (JKT)

$$JKT = (\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^n Y_{ij})^2 - FK$$

- b. JK perlakuan (JKP)

$$JKP = \frac{\sum_{i=1}^p (\sum_{j=1}^n Y_{ij})^2}{n} - FK$$

- c. JK galat (JKG)

$$JKG = JKT - JKP$$

3. Menghitung kuadrat tengah (KT) setiap sumber keragaman

- a. KT perlakuan (KTP)

$$KTP = \frac{JKP}{p-1}$$

- b. KT galat (KTG)

$$KTG = \frac{JKG}{p(n-1)}$$

4. Menghitung nilai F

$$F \text{ hitung perlakuan} = \frac{KTP}{KTG}$$

Setelah semua selesai dihitung, dapat dibuat tabel analisis seperti yang tampak pada Tabel 3.1.

**Tabel 3.1:** Analisis Sidik Ragam Satu Arah

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	F	
				Hitung	Tabel
Perlakuan	p-1	JKP	KTP	KTP/KTG	Tabel F
Galat	p(n-1)	JKG	KTG		
Total					

Keterangan :

p = banyak perlakuan

n = banyaknya ulangan

dB = derajat bebas

### 3.6.5 Uji Beda Nyata Terkecil

Untuk mengetahui beda nyata dari tiap perlakuan, perlu dibuat hipotesis nol ( $H_0$ ) dan hipotesis alternatif ( $H_1$ ) terlebih dahulu.  $H_0$  dan  $H_1$  dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

$H_0$  = perlakuan tidak mempengaruhi persen adsorpsi Mg(II)

$H_1$  = minimal satu pasang perlakuan menunjukkan perbedaan

Jika  $F_{hitung} > F_{tabel}$  maka  $H_0$  ditolak sehingga uji BNT dapat dilakukan. Langkah untuk melakukan uji BNT adalah sebagai berikut:

- a. Menentukan BNT

$$BNT_{(\alpha)} = t_{tabel(\alpha/2, dBGalat)} \times \sqrt{\frac{2KTG}{n}}$$

- b. Menghitung beda rata – rata antar perlakuan
- c. Menarik kesimpulan

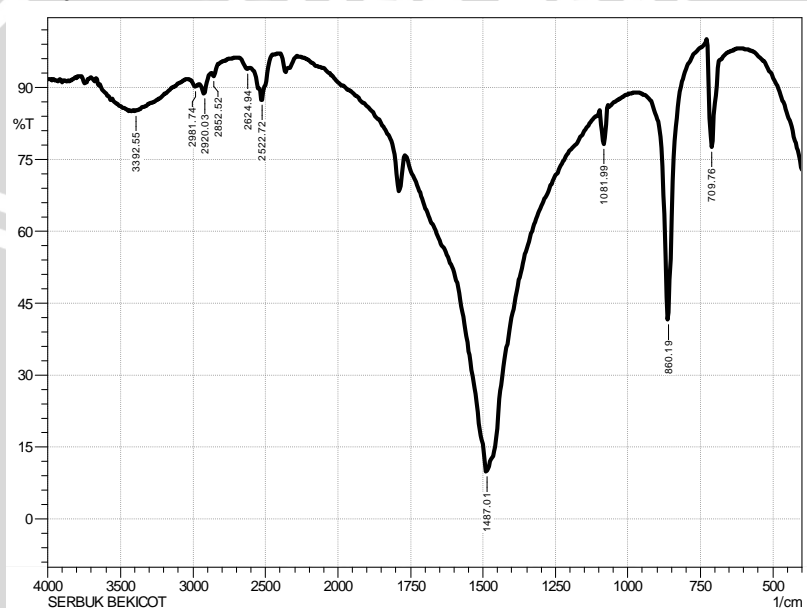




## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Preparasi Adsorben Kitin dari Limbah Cangkang Bekicot

Cangkang bekicot sebagai bahan dasar isolasi kitin diketahui mengandung kitin, mineral dan protein. Cangkang bekicot dianalisis dengan spektrofotometer FTIR untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat di dalam cangkang bekicot. Spektra IR cangkang bekicot ditunjukkan oleh Gambar 4.1:



Gambar 4.1: Spektra IR Cangkang Bekicot

Spektra FTIR pada Gambar 4.1 menunjukkan bahwa dalam cangkang bekicot terdapat serapan vibrasi ulur  $\text{-OH}$  pada  $3392,55\text{cm}^{-1}$ . Bilangan gelombang pada  $1081,99\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan serapan vibrasi ulur  $\text{-C-O}$ . Serapan pada daerah  $2920,03\text{cm}^{-1}$  dan  $2852,52\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan vibrasi ulur C-H alkana ( $\text{CH}_3$  dan  $\text{CH}_2$ ). Gugus  $\text{C=O}$  dan  $\text{CH}_3$  pada amida ditunjukkan pada daerah  $1487,01\text{ cm}^{-1}$ .

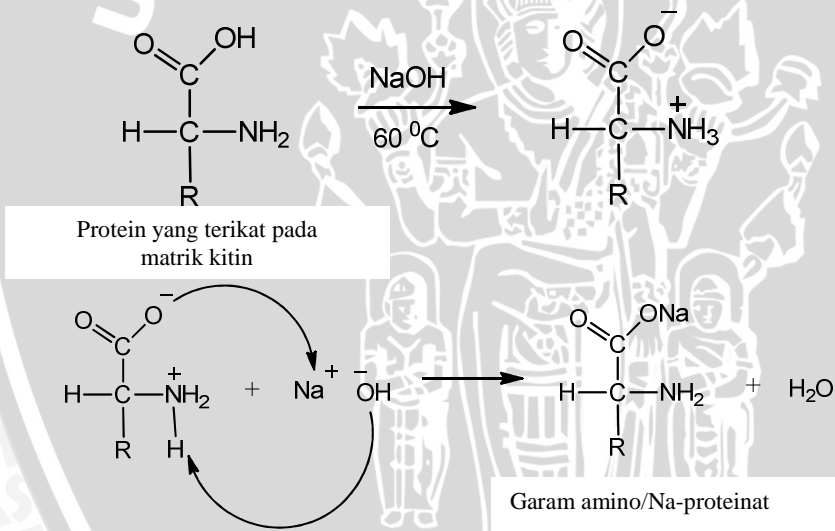
Proses isolasi kitin dari cangkang bekicot terdiri dari dua tahap, yaitu deproteinasi dan demineralisasi. Pada proses deproteinasi serbuk cangkang ditambahkan larutan  $\text{NaOH}$  3,5% dengan perbandingan 1:10 (b/v) dan dipanaskan pada  $60\text{ }^\circ\text{C}$  selama

120 menit, sedangkan demineralisasi ditambahkan larutan HCl 1M dengan dengan perbandingan 1:15 (b/v) dan dipanaskan pada 40 °C selama 30 menit. Rendemen yang diperoleh dari setiap perlakuan isolasi kitin dapat dilihat pada Tabel 4.1:

**Tabel 4.1:** Data Rendemen Setiap Perlakuan Isolasi Kitin

No.	Tahap perlakuan	Rendemen literatur	Rendemen isolasi
1	Deproteinasi	92,63%	96,04%
2	Demineralisasi	24,39%	26,96%

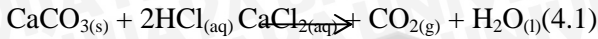
Penambahan NaOH dan pemanasan pada proses deproteinasi dilakukan untuk menghilangkan protein yang terkandung di dalam cangkang bekicot. Protein akan lepas dengan membentuk Na-Proteinat yang larut dalam air. Reaksi yang diperkirakan terjadi selama deproteinasi:



**Gambar 4.2:** Reaksi Deproteinasi

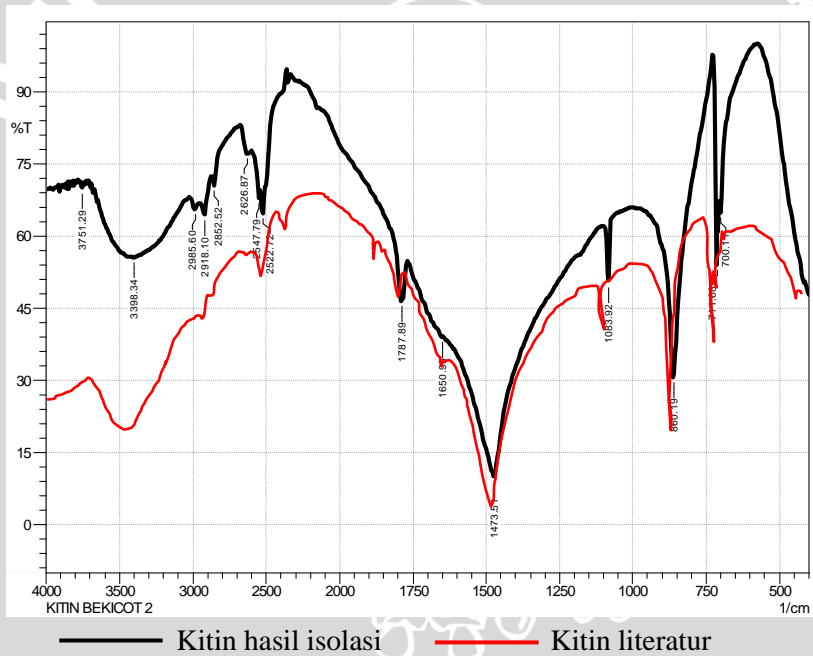
Pada tahap demineralisasi, penambahan larutan HCl 1 M bertujuan menghilangkan mineral-mineral dalam cangkang seperti kalsium karbonat (CaCO<sub>3</sub>). Mineral yang terkandung dalam sampel akan bereaksi dengan HCl. Reaksi yang terjadi menurut Salami (1998) dalam Kusumaningsih [10] :

40 °C



Gas  $\text{CO}_2$  yang dihasilkan dalam reaksi (4.1) ditunjukkan dengan adanya gelembung-gelembung udara saat HCl ditambahkan pada serbuk hasil deproteinasi. Kestimbangan reaksi antara serbuk cangkang dengan HCl ditandai dengan hilangnya gelembung-gelembung udara  $\text{CO}_2$ .

Kitin yang diperoleh selanjutnya diidentifikasi dengan spektrofotometer IR. Identifikasi dilakukan untuk mengetahui gugus fungsi yang ada dalam serbuk hasil isolasi dan memastikan bahwa serbuk yang dihasilkan merupakan kitin. Spektra IR kitin hasil isolasi dan kitin literatur dapat dilihat pada Gambar 4.3:



**Gambar 4.3:** Spektra IR Kitin Hasil Isolasi dan Kitin Literatur

**Tabel 4.2:** Tabel Perbandingan Data Spektra IR Kitin Hasil Isolasi dan Kitin Literatur [34]

Bilangan gelombang (cm <sup>-1</sup> )		Gugus Fungsi
Kitin Literatur	Kitin hasil isolasi	
3448,5	3398,34	Vibrasi ulur gugus –OH
1082,0	1083,92	Vibrasi ulur –C-O-
2987,5	2985,60	Vibrasi ulur C-H dari alkana.
2918,1	2918,10	Serapan ulur dari gugus
2852,5	2852,52	–CH <sub>3</sub> dan –CH <sub>2</sub> -
1473,5	1473,51	Gugus CH <sub>3</sub> yang terikat pada amida
1647,1	1650,95	Gugus C=O pada amida

Berdasarkan Gambar 4.3 dan Tabel 4.2 dapat dilihat terdapat kemiripan antara gugus fungsi hasil isolasi dengan gugus fungsi kitin dari literatur, sehingga dapat disimpulkan bahwa serbuk hasil demineralisasi dan deproteinasi tersebut merupakan kitin. Adanya serapan pada bilangan gelombang 3398,34cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya vibrasi ulur dari gugus –OH. Serapan pada 1083,92 cm<sup>-1</sup> dari kitin hasil isolasi menunjukkan adanya vibrasi ulur –C-O-. Serapan pada 2985,60 dan 2852,52 cm<sup>-1</sup> disebabkan oleh vibrasi ulur dari gugus C-H dari alkana. Serapan pada 2918,10 cm<sup>-1</sup> dan 2852,52 cm<sup>-1</sup> pada kitin hasil isolasi menunjukkan adanya vibrasi ulur –CH<sub>3</sub> dan –CH<sub>2</sub>- . Sedangkan serapan pada 1473,51 cm<sup>-1</sup> pada kitin hasil isolasi menunjukkan adanya gugus –CH<sub>3</sub> yang terikat pada amida (-NHCOCH<sub>3</sub>). Bilangan gelombang 1650,95 cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya gugus C=O pada amida.

Jika dibandingkan antara spektra IR kitin literatur dengan kitin hasil isolasi, serapan kitin literatur terlihat lebih tajam dan intensitasnya lebih rendah dibanding dari spektra IR kitin hasil isolasi. Serapan yang lebih lebar pada spektra IR hasil isolasi disebabkan masih adanya kadar air pada serbuk kitin yang diisolasi.

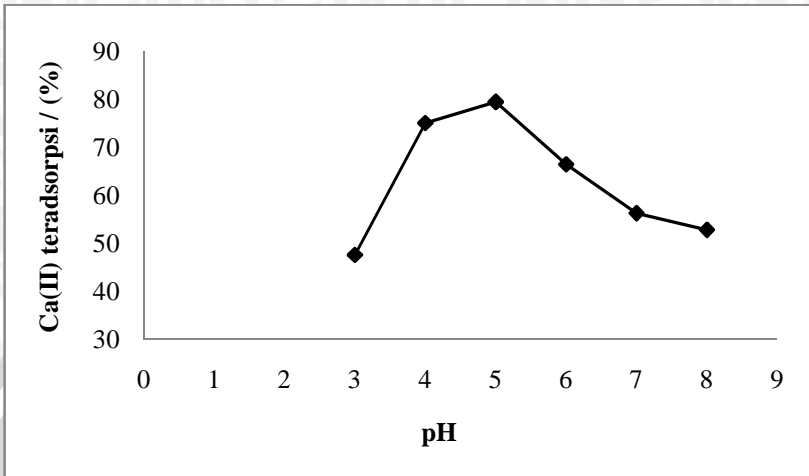
Penentuan derajat deasetilasi dilakukan untuk mengetahui terbentuknya kitin. Penentuan derajat deasetilasi kitin dihitung dengan metode *base line* yang dirumuskan Domszy dan Roberts dalam Puspitasari [15]. Berdasarkan perhitungan penentuan derajat deasetilasi pada Lampiran D diketahui derajat deasetilasi (DD) kitin

hasil isolasi dari cangkang bekicot adalah 45,52% (Lampiran C). Derajat deasetilasi menentukan muatan gugus amino bebas dalam polisakarida, artinya dalam kitin hasil isolasi tersebut terdapat 45,52% amina dan 54,48% amida. Nilai DD tersebut menunjukkan kitin, dimana menurut Bastaman [20], kitin adalah suatu polimer N-asetil glukosamin yang terdeasetilasi sedikit (lebih besar dari 25% dan lebih kecil dari 70%), sehingga dapat disimpulkan bahwa serbuk yang dihasilkan dari deproteinasi dan demineralisasi ini merupakan serbuk kitin.

#### **4.2 Penentuan pH Optimum Adsorpsi Ca(II) oleh Adsorben Kitin**

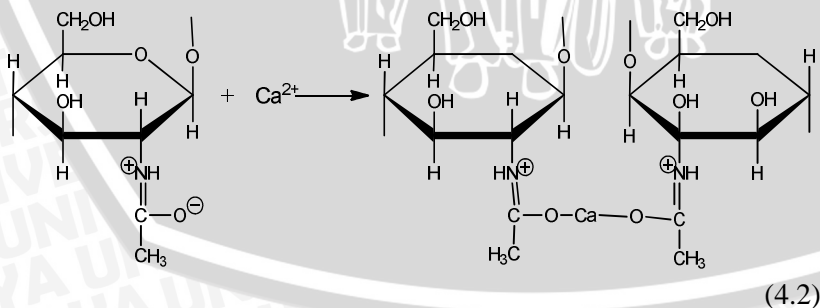
Salah satu faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi adalah pH. Tujuan dari variasi pH larutan Ca(II) adalah untuk mengetahui pH optimum terjadinya adsorpsi larutan Ca(II) oleh kitin hasil isolasi cangkang bekicot. Penentuan pengaruh pH dilakukan pada variasi pH 3, 4, 5, 6, 7 dan 8 dengan lama kontak 60 menit berdasarkan lama kontak optimum penelitian Kartika (2012). pH yang terlalu tinggi dihindari untuk mencegah terbentuknya hidroksida logam yang mungkin terjadi sedangkan pH terlalu rendah dihindari untuk mencegah terjadinya persaingan proton dengan ion logam.

Data pengaruh pH terhadap adsorpsi Ca(II) oleh adsorben kitin dapat dilihat pada Tabel E.1 (Lampiran E). Persen Ca(II) teradsorpsi mengalami peningkatan dari pH 3 sampai pH 5, kemudian turun pada pH 6 hingga pH 8. Berdasarkan uji statistik yang telah dilakukan menggunakan pola Rancangan Acak Lengkap (RAL) (Lampiran F) pada taraf kesalahan 5% diketahui  $F_{hitung}$  (3617,16) lebih besar dibandingkan  $F_{tabel}$  (3,11), sehingga dapat disimpulkan bahwa pH berpengaruh terhadap persen Ca(II) teradsorpsi. Hasil uji BNT yang dilakukan menunjukkan beda nyata pada semua pH. Artinya masing-masing variasi pH yang dilakukan memberikan pengaruh yang berbeda terhadap persen Ca(II) teradsorpsi. Berdasarkan hasil uji statistik menunjukkan pH optimum dari proses adsorpsi Ca(II) diperoleh pada pH 5 dengan persen Ca(II) teradsorpsi sebesar  $79,43\% \pm 0,28$ . Hubungan antara variasi pH terhadap persen Ca(II) teradsorpsi dapat dilihat pada Gambar 4.4:



**Gambar 4.4:** Kurva Hubungan pH terhadap Persen Ca(II) Teradsorpsi

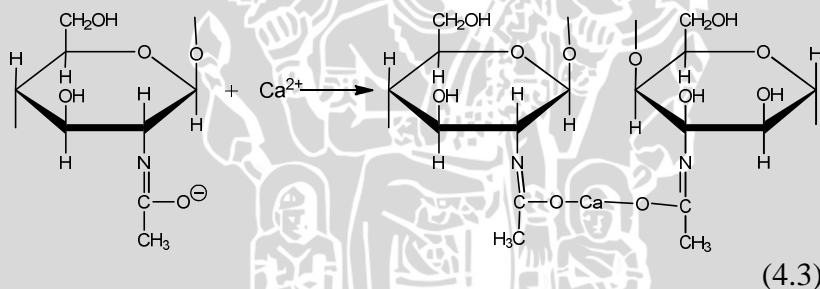
Berdasarkan Gambar 4.3, diketahui bahwa pH larutan Ca(II) berpengaruh terhadap jumlah Ca(II) yang teradsorpsi oleh kitin hasil isolasi cangkang bekicot. Senyawa organik akan cenderung bersifat basa pada kondisi pH dibawah pKa, sehingga bermuatan kationik. pKa kitin adalah 6,1 sehingga pada kondisi pH larutan dibawah pKa, gugus amida akan terprotonasi menjadi  $-NH^+$ . Kompetisi antara ion  $H^+$  dengan ion logam untuk berikatan dengan  $=O$  pada gugus amida ( $-NHCOCH_3$ ) yang memiliki pasangan elektron bebas terjadi pada pH larutan dibawah 4, sehingga jumlah Ca(II) yang terserap sedikit. Reaksi antara kitin dengan Ca(II) dalam suasana asam adalah sebagai berikut:



Gugus  $-NH^+$  yang telah terprotonasi permanen pada kisaran kondisi pH 4 dan 5 mengalami kestabilan, sehingga adsorpsi  $Ca(II)$  oleh kitin dapat maksimal karena banyaknya ion  $Ca(II)$  yang dapat berikatan dengan  $=O$  dari amida ( $-NHCOCH_3$ ).

Pada pH diatas 5 jumlah ion  $H^+$ berkurang, sehingga protonasi gugus amida menjadi tidak stabil.Selain itu pada pH tinggi gugus amida mengalami delokalisasi elektron sehingga memungkinkan O pada amida menjadi bermuatan negatif. Bertambahnya pH menyebabkan semakin banyaknya gugus  $-OH$  sehingga  $Ca(II)$  cenderung menjadi  $Ca(OH)^+$ .  $Ca(II)$  masih dapat larut dalam larutan dalam bentuk  $Ca(OH)^+$  karena  $K_{sp} Ca(OH)_2(7,9 \times 10^{-6})$  yang masih jauh lebih besar dibanding  $Q Ca(OH)_2(5 \times 10^{-28})$ . Perubahan tersebut menyebabkan interaksi ion  $Ca(II)$  dengan O pada amida menjadi lemah sehingga ion  $Ca(II)$  yang dapat teradsorpsi menjadi sedikit.

Reaksi antara kitin dengan  $Ca(II)$  dalam suasana basa sebagai berikut:



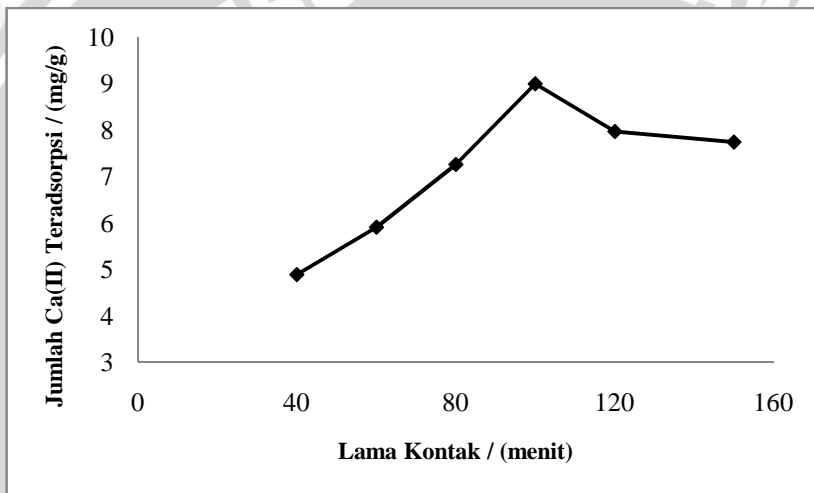
### 4.3 Penentuan Lama Kontak Optimum Adsorpsi $Ca(II)$ oleh Adsorben Kitin

Lama kontak yang cukup diperlukan oleh adsorben kitin agar dapat mengadsorpsi ion  $Ca(II)$  secara optimal. Pengaruh lama kontak larutan  $Ca(II)$  dengan adsorben kitin dilakukan pada pH optimum yaitu pada pH 5 dengan variasi lama kontak 40, 60, 80, 100, 120 dan 150 menit.

Pengaruh lama kontak terhadap jumlah  $Ca(II)$  teradsorpsi (mg/g) dapat dilihat pada Tabel E.2 (Lampiran E). Berdasarkan data uji statistik dengan pola Rancangan Acak Lengkap (RAL) pada taraf kesalahan 5% (Lampiran F), diperoleh nilai  $F_{hitung}$  (4593,48) lebih besar dari  $F_{tabel}$  (3,11). Hal ini berarti lama kontak memiliki pengaruh

nyata terhadap jumlah Ca(II) teradsorpsi. Dari uji BNT diperoleh hasil bahwa pada lama kontak 40, 60, dan 100 menit terdapat perlakuan yang berbeda nyata, sedangkan pada lama kontak 80, 120 dan 150 menit tidak terdapat perlakuan yang berbeda nyata. Dari uji statistik ini dapat disimpulkan bahwa lama kontak optimum dari proses adsorpsi Ca(II) adalah 100 menit dengan jumlah Ca(II) teradsorpsi sebesar  $9,00 \pm 0,041$  mg/g.

Hubungan antara lama kontak dengan jumlahCa(II) teradsorpsi dapat dilihat pada Gambar 4.5 berikut ini:



**Gambar 4.5:** Kurva Hubungan Lama Kontak terhadap Persen Ca(II)Teradsorpsi

Pada Gambar 4.5 terlihat terjadi peningkatan jumlahCa(II) yang teradsorpsi dari menit ke 40 hingga menit ke 100. Setelah itu mengalami penurunan pada menit ke 120 dan menit ke 150. Semakin lama waktu kontak antara adsorben dengan adsorbat, maka semakin banyak logam yang teradsorpsi karena semakin besar kesempatan situs aktif kitin untuk bersinggungan dengan logam. Akan tetapi saat situs aktif kitin seluruhnya telah mengikat Ca(II) sehingga tidak mampu lagi mengikat lebih banyak Ca(II), maka penambahan lama kontak tidak lagi berpengaruh.

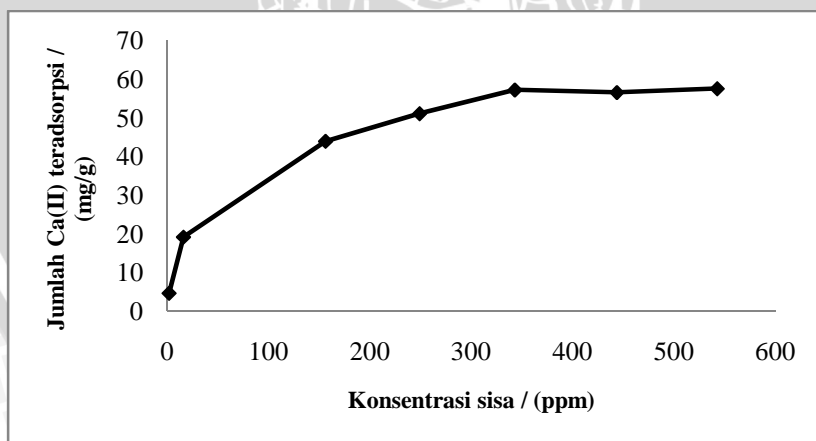
Pada lama kontak 40, 60, dan 80 menit, jumlah Ca(II) yang teradsorpsi terus meningkat karena situs aktif kitin belum seluruhnya mengikat Ca(II). Lama kontak optimum hingga tercapai



kesetimbangan dimana laju adsorpsi sama dengan laju desorpsi terjadi pada menit ke 100. Pada saat tercapai kesetimbangan situs aktif kitin telah terisi penuh oleh Ca(II), sedangkan pada menit berikutnya yaitu menit ke 120 dan 150 jumlah Ca(II) yang teradsorpsi (mg/g) mengalami penurunan karena seluruh situs aktif yang terdapat pada permukaan kitin telah terisi penuh sehingga tidak dapat menampung lebih banyak Ca(II). Jika waktu kesetimbangan telah tercapai dan proses adsorpsi tetap dilanjutkan, maka akan menyebabkan terjadinya deformasi (*swelling*) pada adsorben kitin. Hal tersebut dapat mengganggu gaya elektrostatis antara Ca(II) dengan amida, sehingga Ca(II) mudah terlepas dari kitin dan menyebabkan persentase Ca(II) yang teradsorpsi menurun.

#### 4.4 Penentuan Kapasitas Adsorpsi Adsorben Kitin Terhadap Ca(II)

Penentuan kapasitas adsorpsi adsorben kitin terhadap Ca(II) dilakukan dengan membuat kurva hubungan konsentrasi sisa setelah adsorpsi, yaitu 1,70; 15,88; 156,10; 248,97; 342,83; 443,47; dan 542,47 ppm dengan jumlah Ca(II) teradsorpsi (mg/g). Penentuan kapasitas adsorpsi ini dilakukan pada pH 5 dan lama kontak optimum 100 menit. Jumlah Ca(II) yang teradsorpsi oleh kitin ditunjukkan dengan massa Ca(II) yang teradsorpsi per berat adsorben kitin, seperti yang tertera pada Lampiran E. Kurva pengaruh konsentrasi terhadap adsorpsi Ca(II) oleh kitin ditunjukkan pada Gambar 4.6:



**Gambar 4.6:** Kurva Hubungan Konsentrasi Sisa terhadap Jumlah Ca(II) Teradsorpsi

Analisa data statistik menggunakan pola Rancangan Acak Lengkap (RAL) menunjukkan hasil bahwa nilai  $F_{hitung}$  (1017,38) >  $F_{tabel}$  (2,79) yang terlampir pada Lampiran F menunjukkan bahwa konsentrasi berpengaruh terhadap jumlah Ca(II) yang teradsorpsi. Dari hasil uji BNT pada taraf kesalahan 5% pada lampiran Tabel F.9 terlihat bahwa pada konsentrasi Ca(II) yang tersisa 1,70; 15,88; 156,10 dan 248,97 ppm terdapat perbedaan yang nyata terhadap jumlah Ca(II) teradsorpsi. Akan tetapi, pada konsentrasi Ca(II) tersisa 342,83; 443,47; dan 542,47 ppm tidak terdapat perbedaan yang nyata terhadap jumlah Ca(II) teradsorpsi. Hal ini menunjukkan bahwa pada konsentrasi 342,83 ppm adsorben kitin telah mengalami kesetimbangan adsorpsi.

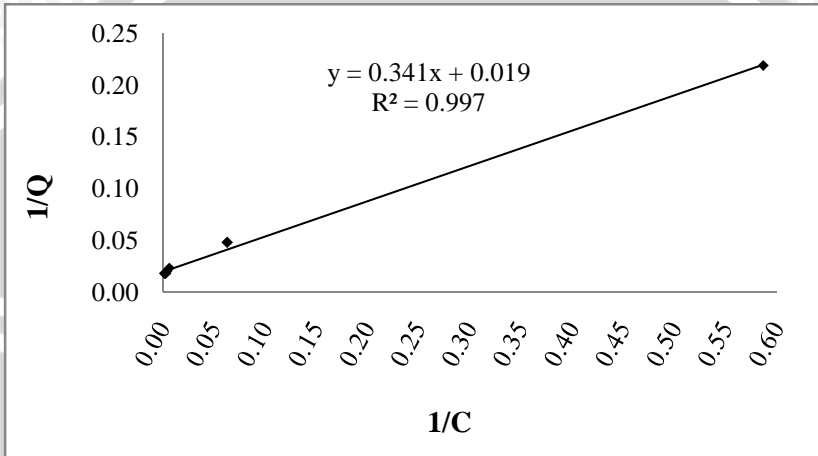
Berdasarkan Gambar 4.6 terlihat bahwa jumlah Ca(II) yang teradsorpsi meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi larutan Ca(II). Peningkatan jumlah Ca(II) yang teradsorpsi terjadi pada konsentrasi Ca(II) tersisa 1,70 ppm hingga 342,83 ppm, kemudian setelah mencapai konsentrasi 342,83 ppm jumlah Ca(II) yang teradsorpsi tidak mengalami kenaikan, yaitu sebesar 57,17 mg/g. Hal tersebut terlihat dari Gambar 4.6 dimana pola grafik relatif horisontal mulai dari konsentrasi 342,83 ppm hingga 542,47 ppm.

Pada konsentrasi awal Ca(II) 20 ppm, jumlah ion Ca(II) yang terdapat dalam larutan sedikit sehingga jumlah Ca(II) yang dapat teradsorpsi oleh adsorben kitin hampir seluruhnya yaitu  $4,57 \pm 0,02$  mg/g dengan persentase Ca(II) teradsorpsi sebesar 91,57%. Konsentrasi larutan Ca(II) yang semakin besar akan meningkatkan jumlah ion Ca(II) yang teradsorpsi oleh adsorben kitin. Hal tersebut disebabkan perpindahan ion Ca(II) dari fasa ruah larutan ke permukaan kitin yang terjadi secara terus menerus sampai keadaan setimbang dimana konsentrasi yang tertinggal di dalam larutan setara dengan konsentrasi yang terserap oleh kitin. Setelah tercapai kesetimbangan peluang untuk terjadi interaksi antara Ca(II) dengan kitin cenderung konstan sehingga jumlah Ca(II) yang teradsorpsi tidak mengalami peningkatan.

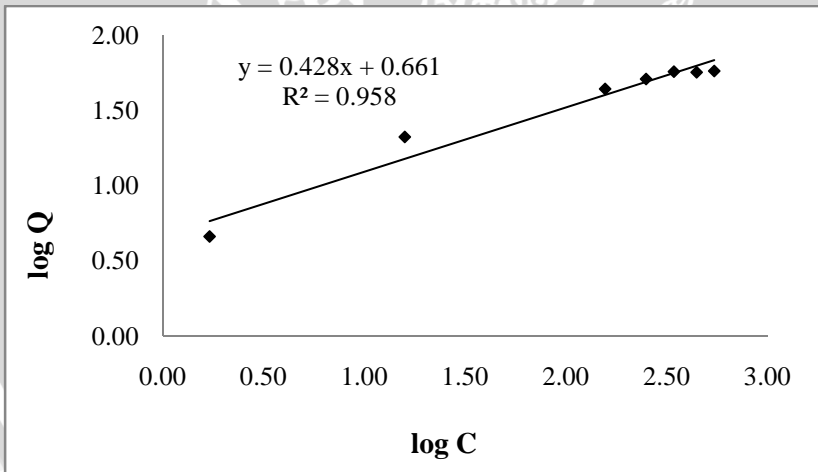
#### **4.5 Penentuan Isotermis Adsorpsi pada Adsorpsi Ca(II)**

Penentuan isoterm adsorpsi bertujuan untuk mengetahui hubungan antara jumlah Ca(II) yang teradsorpsi dalam variasi konsentrasi pada temperatur ruang. Variasi konsentrasi yang dilakukan pada penelitian ini adalah 20, 100, 200, 300, 400, 500 dan 600 ppm pada pH optimum 5 dengan lama kontak 100 menit

berdasarkan lama kontak optimum yang telah dilakukan. Isoterm Langmuir diperoleh dengan membuat hubungan antara  $1/Q$  dan  $1/C$  seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.7 sedangkan isoterm Freundlich diperoleh dengan membuat hubungan antara  $\log C$  dan  $\log Q$  seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.8:



**Gambar 4.7:** Kurva Isoterm Langmuir



**Gambar 4.8:** Kurva Isoterm Freundlich

Analisa regresi dilakukan untuk menentukan konstanta isoterm adsorpsi Langmuir dan Freundlich. Berdasarkan persamaan pada Gambar 4.7 dan 4.8 diperoleh perbandingan nilai  $R^2$  pada isoterm

Langmuir yaitu 0,9979 sedangkan harga  $R^2$  pada isoterm Freundlich yakni 0,9587. Hal ini berarti bahwa proses adsorpsi Ca(II) oleh kitin mengikuti pola isotermis adsorpsi Langmuir karena harga  $R^2$  pola isotermis Langmuir lebih mendekati 1, yakni 0,9979 dibandingkan dengan harga  $R^2$  pada isotermis Freundlich yakni 0,9587. Nilai  $R^2$  yang lebih tinggi pada isoterm Langmuir menunjukkan bahwa adsorpsi terjadi pada permukaan yang homogen dan terbatas pada satu lapis (*monolayer*).

Berdasarkan persamaan regresi isotermis Langmuir  $y=0,3417x+0,019$  diperoleh nilai  $Q_{maks}$  atau jumlah adsorbat maksimum yang dapat diadsorpsi oleh adsorben yaitu 52,63 mg/g. Berdasarkan hasil penelitian jumlah Ca(II) yang teradsorpsi sebesar 57,17 mg/g. Jumlah adsorbat maksimum yang diperoleh dari penelitian tidak berbeda jauh dengan  $Q_{maks}$  hasil perhitungan. Jumlah Ca(II) yang teradsorpsi oleh kitin telah mencapai jumlah maksimum karena adsorben kitin yang digunakan memiliki derajat deasetilasi yang cukup tinggi, yaitu 45,52% sehingga jumlah gugus amida yang terkandung dalam kitin lebih banyak.

## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat diambil kesimpulan bahwa pH larutan, lama kontak dan konsentrasi awal Ca(II) berpengaruh terhadap adsorpsi Ca(II) dengan menggunakan kitin hasil isolasi dari cangkang bekicot. pH optimum diperoleh pada pH 5 dengan adsorpsi Ca(II) sebesar  $79.43\% \pm 0.28$ . Lama kontak optimum yang diperoleh pada penelitian ini adalah pada lama kontak 100 menit dengan jumlah Ca(II) teradsorpsi sebesar  $9,00 \pm 0,041$  mg/g. Kapasitas adsorpsi kitin terhadap Ca(II) sebesar 57,08mg/g.

### 5.2 Saran

Beberapa cara dapat dilakukan untuk memperoleh hasil adsorpsi Ca(II) yang maksimal, seperti pemurnian kitin pada adsorben atau memodifikasi kitin dengan menambahkan fosfor sehingga meningkatkan kemampuan adsorben untuk mengadsorpsi Ca(II). Sebaiknya pada penelitian selanjutnya dapat mengkaji faktor lain seperti temperatur dan massa adsorben yang dapat mempengaruhi proses adsorpsi selain pH, lama kontak dan konsentrasi. Selain itu akan lebih baik jika ditambahkan analisis menggunakan SEM untuk mengetahui morfologi permukaan situs aktif kitin sebelum dan setelah adsorpsi.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Atastina, S.B., Praswasti P.D.K. dan Syarifudin, 2009, **Penghilangan Kesadahan Air Yang Mengandung Ion  $\text{Ca}^{2+}$  Dengan Menggunakan Zeolit Alam Lampung Sebagai Penukar Kation**, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok
- [2] Saksono, N., Bismo S., Krisanti E., Manaf A. dan Widaningrum R., 2006, **Pengaruh Medan Magnet terhadap Proses Presipitasi  $\text{CaCO}_3$  dalam Air Sadah**, Jurnal Makara Teknologi Vol.10 No.2 : 96-101, Fakultas Teknik dan MIPA, Universitas Indonesia, Depok
- [3] Arfandy, M., 1983, **Teknik Penyediaan Air Bersih untuk Daerah Pedesaan “Skala Prioritas Pemilihan Sumber Air”**, Makalahdalam *Proceeding Kursus Penyediaan Air di Pedesaan*, Bandung
- [4] Winarno, F. G., 1986, **Air Untuk Industri Pangan**, PT. Gramedia Pustaka, Jakarta
- [5] Schwietzer, P. A., 1983, **Separation Techniques for Chemical Engineering**, 2<sup>nd</sup> edition, pp. 1-446, 1-448, 1-469, Mc.Graw Hill Book Company, New York
- [6] Erdawati, 2008, **Jumlah Adsorpsi Maksimum Kitosan dan Nanomagnetik Kitosan terhadap Ion Ni(II)**, Jurusan Kimia FMIPA, Universitas Negeri Jakarta, Jakarta Timur
- [7] Khalil, 2003, **Analisa Rendemen dan Kandungan Mineral Cangkang Pensi dan Siput dari Berbagai Habitat Air Tawar di Sumatera Barat**, Jurnal Peternakan dan Lingkungan, Vol. 9, no. 3:35-41
- [8] Dharma, B., 1988, **Siput dan Kerang Indonesia**, PT. Sarana Graha, Jakarta

- [9] Suhardi, 1993, **Khitin dan Khitosan**, Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- [10] Kusumaningsih, T., Masykur A dan Arief U., 2004, **Pembuatan Kitosan dari Kitin Cangkang Bekicot (*Achatina fulica*)**, Jurnal Biofarmasi 2 (2): 64-68 Jurusan Biologi, FMIPA UNS, Surakarta
- [11] Prameela, K., Mohan Ch.M., Hemalatha, K.P.I, 2010, **Bio-Efficiency of Paediococcus Acidilactici ATCC for Recovery of Chitin and Carotenoids in the Fermentation of Shrimp**, International Journal of ChemTech Research CODEN (USA) : IJCRGG Vol.2, No.4, pp 1924-1928, Departement of Biotechnology, India
- [12] Putro, A.N.H., 2010, **Proses Pengambilan Kembali Bioetanol Hasil Fermentasi dengan Metode Adsorpsi Hidrofobik, Skripsi**, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang
- [13] Santoso, H. B., 1989, **Budidaya Bekicot**, Kanisius, Yogyakarta
- [14] Hieronymus, 2005, **Budidaya Bekicot**, Kanisius, Yogyakarta
- [15] Puspitasari, A., 2007, **Pembuatan Kitosan Sulfat dari Cangkang Bekicot (*Achatina fulica*) sebagai adsorben Zat Warna Remazol Yellow FG 6, Skripsi**, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Sebelas Maret, Surakarta
- [16] Cresswell, D. C. dan Kompang, P., 2005, **Studies on Snail Meal as a Protein Source for Chickens. 1. Chemical, Metabolizable Energy and Feeding Value for Broiler**, Metabolism and Nutrition 60: 1854-1860
- [17] 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

- [18] Windolz, 1993, **The Merck Index : An Encyclopedia of Chemicals, Drugs and Biologicals**, 10<sup>th</sup> ed, Merck and Co, Inc, USA
- [19] Zulfahmi dan Raditya, S., 2010, **Pemanfaatan Limbah Kulit Udang sebagai Bahan Anti Rayap (bio-termitisida) pada Bangunan Berbahan Kayu**, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang
- [20] Bastaman, 1989, **Studies on Degradation and Extraction of Chitin and Chitosan from Prawn Shells**, The Queen's University of Belfast, England
- [21] Abdullah, H. dan Sumantri, I., 2008, **Pembuatan Kitosan dari Limbah Cangkang Udang serta Aplikasinya dalam Mereduksi Kolesterol Lemak Kambing**, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang
- [22] Gadd, G. M., 1993, **Interaction of Fungi with Toxic Metals**, J. Ind Microbiol, New Phytol
- [23] Schlick, S., 1985, **Binding Site of Cu<sup>2+</sup> in Chitin and Chitosan An Electron Spin Resonance Study**, Department of Chemistry University of Detroit, Michigan
- [24] Kurchell, P, 2006, **Schaum Biochemistry**, Mc Graw Hill, New York
- [25] Murray S. B., Neville A.C., 1998, **The Role of pH, Temperature and Nucleation in Formation of Cholestric Liquid Crystal Spherulites from Chitin and Chitosan**, School of Biological Science, University of Bristol, UK
- [26] Eckenfelder, W., 2000, **Industrial Water Pollution Control**, Mc.GawHill, Izmir Institute of Technology, Izmir
- [27] Suherman, D., 2008, **Menurunkan Nilai Kesadahan Melalui Penyaringan dengan Pasir Kuarsa, Contoh Air**



- [28] Atkins, P. W., 1982, **Kimia Fisika 2**, Erlangga, Jakarta
- [29] Fatmawati, 2006. **Kajian Adsorpsi Cd(II) oleh Biomassa Potamogeton (Rumput Naga) gadyang Terimobilkan pada Silica Gel, Skripsi**, Jurusan Kimia FMIPA, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru
- [30] Tan, H. dan Kim, 1991, **Dasar-Dasar Kimia Tanah**, hal. 166-167, diterjemahkan oleh Didiek Hadjar Goenadi, disunting Borstang Radjaguguk, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta
- [31] Tobin, J. M., White, C., 1994, **Metal Accumulation by Fungi**, Application in Environment Biotechnology, J.Ind Microbiol, New Phytol
- [32] Castellan, G. W., 1983, **Physical Chemistry**, Mc Graw Hill International, Singapura
- [33] Kaavessina, M., 2005, **Kesetimbangan Adsorpsi Logam Berat (Pb) dengan Adsorben Chitin Secara Batch**, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Sebelas Maret, Surakarta
- [34] Widjajanti, E. L, Prodjosantoso A.K, dan Ikhlas J., 2008, **Koadsorpsi Cr-Fe oleh KITOSAN**, Jurnal Staf Pengajar FMIPA, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta
- [35] Khopkar, S. M., 1990, **Konsep Dasar Kimia Analitik**, UI Press, Jakarta
- [36] Al-Anshori, J., 2005, **Spektrofotometri Serapan Atom**, Laboratorium Kimia Bahan Alam dan Lingkungan, Jurusan Kimia FMIPA, Universitas Padjajaran, Bandung

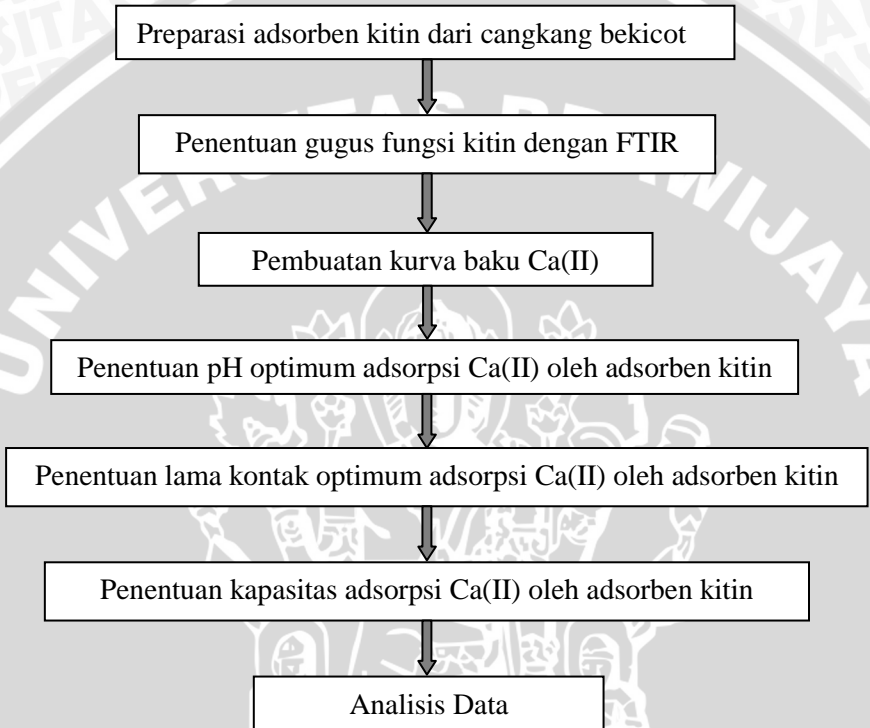
[37] Basset, J., R.C Denny, G.H Jeffrey, J. Mendham, 1994, **Buku Ajar Vogel Kimia Analisis Kuantitatif Anorganik**, edisi 4, EGC, Jakarta

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## LAMPIRAN

### Lampiran A. Diagram Alir Tahapan Penelitian



## Lampiran B. Preparasi Larutan

### B.1 Pembuatan Larutan Induk Ca(II) 1000 ppm

$$\text{Massa Ca dalam 1000 mL} = 1000 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times 1000 \text{ mL} \times \frac{1}{1000} \frac{\text{L}}{\text{mL}} = 1 \text{ g}$$

$$\text{mol Ca} = \text{mol CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$$

$$\frac{\text{massa Ca}}{\text{Ar Ca}} = \frac{\text{massa CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}{\text{Mr CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}$$

$$\text{massa CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} = \frac{\text{massa Ca}}{\text{Ar Ca}} \times \text{Mr CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$$

$$= \frac{1 \text{ g}}{40,078 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \times 151,303 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$= 3,77 \text{ g}$$

Massa  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  yang dibutuhkan untuk membuat larutan Ca(II) 100 ppm sebanyak 1000 mL adalah 3,77 g

### B.2 Pembuatan Larutan Ca(II) 100 ppm dari Larutan Induk

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

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

$$V_1 = 100 \text{ mL}$$

### B.3 Pembuatan Larutan HCl 1 M dari HCl Pekat 37%

Larutan induk berupa HCl 37% (b/v), bj : 1,19 g/mL, dan Mr: 36,4609 g/mol diencerkan menjadi 1 M sebanyak 1000 mL dengan perhitungan sebagai berikut:

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

$$M \text{ HCl} = 1,208 \text{ mol}/100 \text{ mL}$$

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

$$M \text{ HCl} = 12,08 \text{ M}$$

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

$$V_1 = \frac{1000 \text{ mL} \times 1 \text{ M}}{12,08 \text{ M}} = 82,78 \text{ mL}$$

Volume HCl 37% yang diperlukan untuk membuat HCl 1,0 M sebanyak 1000 mL adalah 82,78 mL.

#### **B.4 Pembuatan Larutan NaOH 3,5 % sebanyak 500 mL**

Pembuatan NaOH 3,5 % dibuat dari padatan NaOH (Mr: 39,9969 g/mol) berdasarkan perhitungan berikut:

NaOH 3,5 % = 3,5 gram NaOH dalam 100 mL akuades

Massa NaOH dalam 500 mL pelarut :

Massa= Volume larutan x % NaOH

$$\text{Massa} = 500 \text{ mL} \times \frac{3,5 \text{ gram}}{100 \text{ mL}}$$

$$= 17,5 \text{ gram}$$

Massa NaOH yang diperlukan untuk membuat NaOH 3,5 % sebanyak 500 mL adalah 17,5 gram.

#### **B.5 Pembuatan Kurva Baku Ca(II)**

##### **B.5.1 Pembuatan Larutan Baku Ca(II)**

- **Pembuatan Larutan Ca(II) 1 ppm dari Larutan Ca(II) 100 ppm**

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

$$V_1 \times 100 \text{ ppm} = 100 \text{ mL} \times 1 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 1 \text{ mL}$$

- **Pembuatan Larutan Ca(II) 6 ppm dari Larutan Ca(II) 100 ppm**

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

$$V_1 \times 100 \text{ ppm} = 100 \text{ mL} \times 6 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 6 \text{ mL}$$

- **Pembuatan Larutan Ca(II) 8 ppm dari Larutan Ca(II) 100 ppm**

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

$$V_1 \times 100 \text{ ppm} = 100 \text{ mL} \times 8 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 8 \text{ mL}$$

- **Pembuatan Larutan Ca(II) 10 ppm dari Larutan Ca(II) 100 ppm**

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

$$V_1 \times 100 \text{ ppm} = 100 \text{ mL} \times 10 \text{ ppm}$$

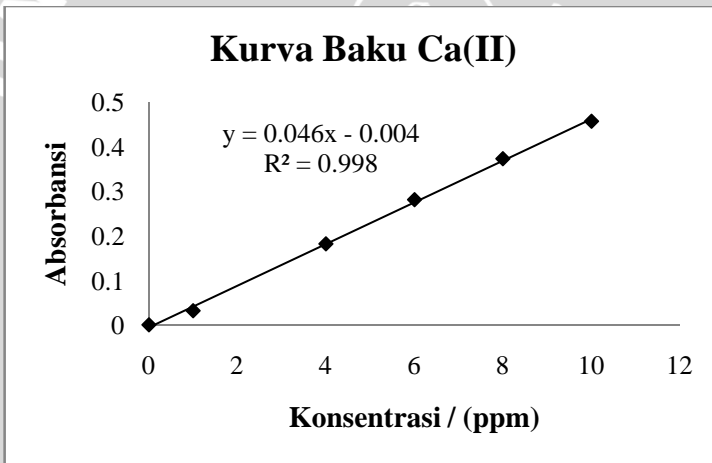
$$V_1 = 10 \text{ mL}$$

### B.5.2 Pembuatan Kurva Baku

Larutan yang telah dibuat diukur absorbansinya dengan AAS, sehingga diperoleh hasil sebagai berikut:

**Tabel B.1:** Hasil Pengukuran Absorbansi Larutan Baku Ca(II)

konsentrasi	absorbansi
0	0.0009
1	0.0329
4	0.1826
6	0.2814
8	0.3732
10	0.4573



**Gambar B.1:** Grafik Kurva Baku Ca(II)

### B.6 Pembuatan Larutan Lantan 2,5% sebanyak 25 mL

Pembuatan larutan lantan 2,5% sebanyak 25 mL dibuat dari  $\text{LaCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  (Mr: 353,3578 g/mol) berdasarkan perhitungan berikut:

Lantan 2,5% = 0,625 g La dalam 25 mL

Massa  $\text{LaCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  yang dibutuhkan, yaitu:

$$\frac{\text{massa La}}{\text{Ar La}} \times \text{Mr LaCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O} = \frac{0,625 \text{ g}}{138,91 \text{ g/mol}} \times 353,3578 \text{ g/mol} \\ = 1,5899 \text{ g}$$

### Lampiran C. Perhitungan Rendemen Hasil Penelitian

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

Tahap deproteinasi

$$\begin{aligned} \text{rendemen} &= \frac{96,04 \text{ g}}{100 \text{ g}} \times 100\% \\ &= 96,04\% \end{aligned}$$

Tahap demineralisasi

$$\begin{aligned} \text{rendemen} &= \frac{25,89 \text{ g}}{96,04 \text{ g}} \times 100\% \\ &= 96,96\% \end{aligned}$$



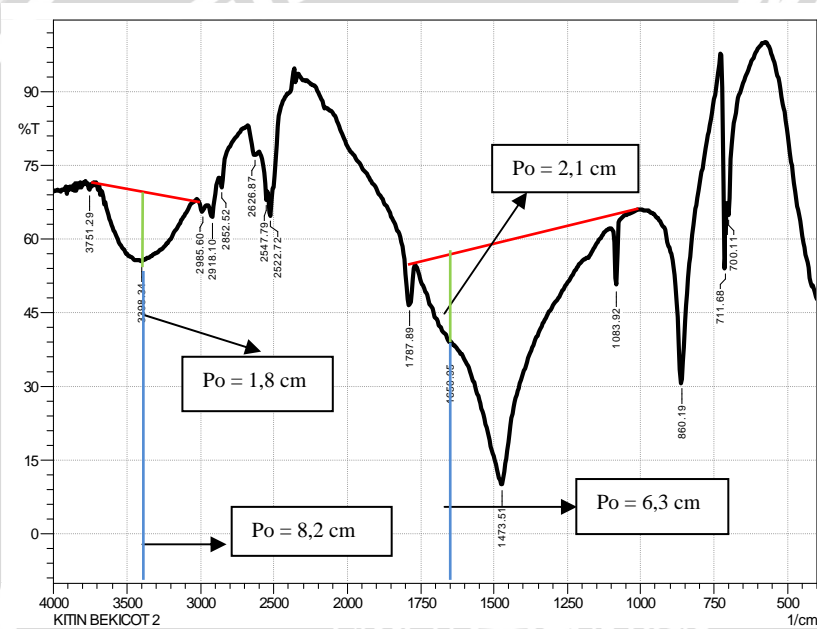
## Lampiran D. Perhitungan Derajat Deasetilasi

$$\% DD = 100 - \left[ \left( \frac{A_{1650,95}}{A_{3398,34}} \right) \times \frac{100}{1,33} \right]$$

Nilai A (Absorbansi) =  $\log P_o/P$

$A_{1650,95}$  = Absorbansi pada bilangan gelombang 1650,95  $\text{cm}^{-1}$  untuk serapan gugus amida atau asetamida ( $\text{CH}_3\text{CONH-}$ )

$A_{3398,34}$  = Absorbansi pada bilangan gelombang 3398,34  $\text{cm}^{-1}$  untuk serapan gugus hidroksil ( $-\text{OH}$ )



$$A_{1650,95} = \log \frac{P_o}{P} = \log \frac{2,1}{6,3} = -0,4771$$

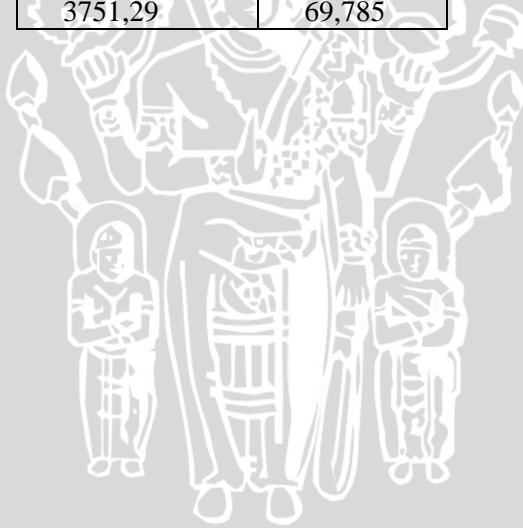
$$A_{3398,34} = \log \frac{P_o}{P} = \log \frac{1,8}{8,2} = -0,6585$$

$$\% DD = 100 - \left[ \left( \frac{0,4771}{0,6585} \right) \times \frac{100}{1,33} \right] = 45,52\%$$



**Tabel D.** Intensitas dari Puncak Spektra IR

Puncak	Intensitas
700,11	64,962
711,68	54,049
860,19	30,716
1083,92	50,402
1473,51	10,000
1650,95	39,016
1787,89	46,427
2522,72	64,630
2547,79	67,981
2626,87	77,013
2852,52	70,468
2918,10	64,335
2985,60	65,459
3396,34	55,571
3751,29	69,785



## Lampiran E. Data Hasil Penelitian

### E.1 Penentuan pH Optimum

1. Konsentrasi Ca(II) sebelum adsorpsi ( $C_o$ )

$$\begin{aligned}V_1 \times M_1 &= V_2 \times M_2 \\10 \text{ mL} \times 100 \text{ ppm} &= 25 \text{ mL} \times C_o \\C_o &= 40 \text{ ppm}\end{aligned}$$

2. Konsentrasi Ca(II) setelah adsorpsi ( $C_s$ )

- Persamaan regresi linier

$$y = 0,0467x - 0,0045$$

- Faktor pengenceran larutan  $\text{Ca}^{2+}$  setelah adsorpsi

$$\begin{aligned}&= \frac{25 \text{ mL}}{1 \text{ mL}} = 25x\end{aligned}$$

- $y = 0,0467x - 0,0045$

$$A - 0,0045 = (0,0467 \times [\text{Ca}^{2+}])$$

$$0,0389 = (0,0467 \times C_s)$$

$$\begin{aligned}C_s &= (0,0389 / 0,0467) \times 25 \\&= 20,82 \text{ ppm}\end{aligned}$$

3. Persen Ca(II) teradsorpsi

$$\begin{aligned}&= \frac{(C_o - C_s)}{C_o} \times 100\% \\&= \frac{(40 - 20,82) \text{ ppm}}{40 \text{ ppm}} \times 100\% = 47,94\%\end{aligned}$$

4. Jumlah Ca(II) teradsorpsi

$$\begin{aligned}&= \frac{(C_o - C_s) \times V_{\text{Ca(II)}}}{\text{Wadsorben}} \\&= \frac{(40 - 20,82) \text{ mg/L} \times 0,025 \text{ L}}{0,1 \text{ g}} \\&= 4,79 \text{ mg/g}\end{aligned}$$

**Tabel E.1: Penentuan pH Optimum**

pH analit	Absorbansi	[Ca(II)] setelah adsorpsi (Cs) (ppm)	Ca(II) teradsorpsi (%)	Ca(II) teradsorpsi (mg/g)
3	0,0434	20,82	47,94	4,79
	0,0439	21,09	47,27	4,73
	0,0437	20,99	47,54	4,75
4	0,0234	10,12	74,71	7,47
	0,0231	9,96	75,11	7,51
	0,0229	9,85	75,37	7,54
5	0,0197	8,14	79,66	7,97
	0,0198	8,19	79,52	7,95
	0,0201	8,35	79,12	7,91
6	0,0299	13,60	66,01	6,60
	0,0292	13,22	66,94	6,69
	0,0296	13,44	66,41	6,64
7	0,0372	17,50	56,24	5,62
	0,0369	17,34	56,64	5,66
	0,0375	17,66	55,84	5,58
8	0,0401	19,06	52,36	5,24
	0,0397	18,84	52,89	5,28
	0,0396	18,79	53,02	5,30

## E.2 Penentuan Lama Kontak Optimum

1. Konsentrasi Ca(II) sebelum adsorpsi ( $C_o$ )

$$\begin{aligned}V_1 \times M_1 &= V_2 \times M_2 \\10 \text{ mL} \times 100 \text{ ppm} &= 25 \text{ mL} \times C_o \\C_o &= 40 \text{ ppm}\end{aligned}$$

2. Konsentrasi Ca(II) setelah adsorpsi ( $C_s$ )

- Persamaan regresi linier

$$y = 0,0467x - 0,0045$$

- Faktor perceceran larutan Ca(II) setelah adsorpsi

$$F_p = \frac{25 \text{ mL}}{1 \text{ mL}} = 25x$$

- $y = 0,0467x - 0,0045$

$$A - 0,0045 = (0,0467 \times [Ca^{2+}])$$

$$0,0382 = (0,0467 \times C_s)$$

$$\begin{aligned}C_s &= (0,0382 / 0,0467) \times 25 \\&= 20,45 \text{ ppm}\end{aligned}$$

3. Persen Ca(II) teradsorpsi

$$= \frac{(C_o - C_s)}{C_o} \times 100\%$$

$$= \frac{(40 - 20,45) \text{ ppm}}{40 \text{ ppm}} \times 100\% = 48,88\%$$

4. Jumlah Ca(II) teradsorpsi

$$= \frac{(C_o - C_s) \times V_{Ca}}{\text{Wadsorben}}$$

$$= \frac{(40 - 20,45) \text{ mg/L} \times 0,025 \text{ L}}{0,1 \text{ g}}$$

$$= 4,89 \text{ mg/g}$$

**Tabel E.2: Penentuan Lama Kontak Optimum**

Lama Kontak (menit)	Absorbansi	[Ca(II)] setelah adsorpsi (Cs) (ppm)	Ca(II) teradsorpsi (%)	Ca(II) teradsorpsi (mg/g)
40	0,0427	20,45	48,88	4,89
	0,0425	20,34	49,14	4,91
	0,0429	20,56	48,61	4,86
60	0,0353	16,49	58,78	5,88
	0,0349	16,27	59,31	5,93
	0,0350	16,33	59,18	5,92
80	0,0248	10,87	72,83	7,28
	0,0249	10,92	72,70	7,27
	0,0252	11,08	72,30	7,23
100	0,0119	3,96	90,10	9,02
	0,0123	4,18	89,56	8,96
	0,0117	3,85	90,36	9,04
120	0,0201	8,35	79,12	7,91
	0,0193	7,92	80,19	8,02
	0,0196	8,08	79,79	7,98
150	0,0211	8,89	77,78	7,78
	0,0212	8,94	77,65	7,77
	0,0217	9,21	76,98	7,70

### E.3 Penentuan Kapasitas Adsorpsi

1. Konsentrasi Ca(II) setelah adsorpsi ( $C_s$ )

- Persamaan regresi linier

$$y = 0,0467x - 0,0045$$

- Faktor pengeceran larutan  $Ca^{2+}$  setelah adsorpsi

$$= \left[ \frac{25mL}{2mL} = 12,5x \right]$$

-  $y = 0,0467x - 0,0045$

$$A - 0,0045 = (0,0467 \times [Ca^{2+}])$$

$$0,0067 = (0,0467 \times C_s)$$

$$C_s = (0,0067 / 0,0467) \times 12,5$$

$$= 1,79ppm$$

2. Persen Ca(II) teradsorpsi

$$= \frac{(C_o - C_s)}{C_o} \times 100\%$$

$$= \frac{(20 - 1,79) ppm}{20 ppm} \times 100\% = 91,03\%$$

3. Jumlah Ca(II) teradsorpsi

$$= \frac{(C_o - C_s) \times V_{Ca(II)}}{W_{adsorben}}$$

Wadsorben

$$= \frac{(20 - 1,79) \text{ mg/L} \times 0,025 \text{ L}}{0,1g}$$

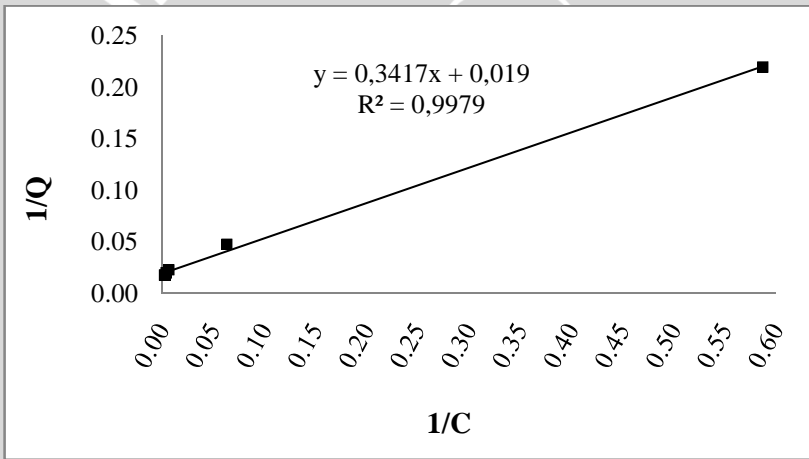
$$= 4,55 \text{ mg/g}$$

**Tabel E.3: Penentuan Kapasitas Adsorpsi**

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi	[Ca(II)] setelah adsorpsi (Cs) (ppm)	Ca(II) teradsorpsi (%)	Ca(II) teradsorpsi (mg/g)
20	0,0112	1,79	91,03	4,55
	0,0108	1,69	91,57	4,58
	0,0106	1,63	91,84	4,59
100	0,0637	15,85	84,15	21,04
	0,0636	15,82	84,18	21,05
	0,0642	15,98	84,02	21,01
200	0,0778	156,96	21,52	43,04
	0,0775	156,32	21,84	43,68
	0,0769	155,03	22,48	44,97
300	0,1205	248,39	17,20	51,61
	0,1207	248,82	17,06	51,18
	0,1211	249,68	16,77	50,32
400	0,1643	342,18	14,45	57,82
	0,1649	343,47	14,13	56,53
	0,1646	342,83	14,29	57,17
500	0,2117	443,68	11,26	56,32
	0,2112	442,61	11,48	57,39
	0,2119	444,11	11,18	55,89
600	0,2576	541,97	9,67	58,03
	0,2578	542,40	9,60	57,60
	0,2581	543,04	9,49	56,96

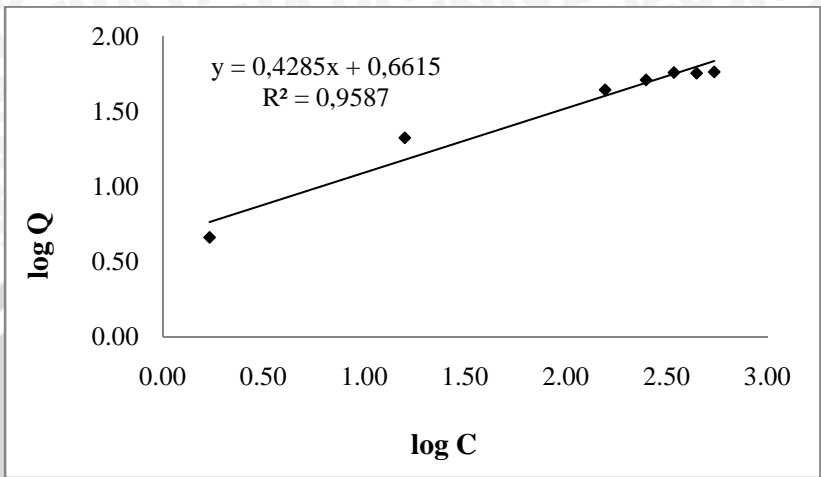
**Tabel E.4:** Data Penentuan Isotermis Adsorpsi

Cs	Q (mg/g)	Isotermis Langmuir		Isotermis Freundlich	
		1/C	1/Q	Log C	Log Q
1,70	4,57	0,5868	0,2188	0,2315	0,6599
15,88	21,03	0,0630	0,0476	1,2009	1,3228
156,10	43,90	0,0064	0,0228	2,1934	1,6424
248,97	51,03	0,0040	0,0196	2,3961	1,7079
342,83	57,17	0,0029	0,0175	2,5351	1,7572
443,47	56,53	0,0023	0,0177	2,6469	1,7523
542,47	57,53	0,0018	0,0174	2,7344	1,7599



**Gambar E.1:** Kurva Isotermis Langmuir





**Gambar E.2:** Kurva Isotermis Freundlich



**Lampiran F. Uji Statistika**  
**F.1 Penentuan pH Optimum**  
**Tabel F.1: Data Variasi pH**

pH	Ca(II) teradsorpsi (%)	Rata-rata persentase Ca(II)teradsorpsi
3	47,94	47,58±0,34
	47,27	
	47,54	
4	74,71	75,06±0,34
	75,11	
	75,37	
5	79,66	79,43±0,28
	79,52	
	79,12	
6	66,01	66,45±0,47
	66,94	
	66,41	
7	56,24	56,24±0,40
	56,64	
	55,84	
8	52,36	52,76±0,35
	52,89	
	53,02	

1. Faktor Koreksi (FK)

$$= \frac{\left( \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^n Y_{ij} \right)^2}{\sum_{i=1}^p n_i} = \frac{1132,57^2}{6 \times 3} = 71262,56$$

2. Jumlah Kuadrat Total (JKT)

$$\begin{aligned} &= \left( \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^n Y_{ij} \right)^2 - FK \\ &= 73711,72 - 71262,56 \\ &= 2449,16 \end{aligned}$$

3. Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP)

$$\begin{aligned} &= \frac{\left( \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^n Y_{ij} \right)^2}{3} - FK \\ &= \frac{[(2037,49) + (50709,35) + \dots + (25049,67)]}{3} - 71262,56 \\ &= 2447,54 \end{aligned}$$

4. Jumlah Kuadrat Galat (JKG)

$$\begin{aligned} &= JKT - JKP \\ &= 2449,16 - 2447,54 \\ &= 1,62 \end{aligned}$$

5. Kuadrat Total Perlakuan (KTP)

$$= \frac{JKP}{p-1} = \frac{2447,54}{5} = 489,51$$

6. Kuadrat Total Galat (KTG)

$$= \frac{JKG}{p(n-1)} = \frac{1,62}{12} = 0,14$$

7. Menghitung nilai F

$$F \text{ hitung perlakuan} = \frac{KTP}{KTG} = \frac{489,51}{0,14}$$

$$F \text{ hitung perlakuan} = 3617,16$$

$$F \text{ tabel } 5\% = 3,11$$

Analisa sidik ragam satu arah pada penentuan pH optimum oleh adsorben kitin tersaji pada Tabel F.2:

**Tabel F.2:**Analisa Ragam pada Penentuan pH Optimum

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	F	
				Hitung	Tabel
Perlakuan	5	2447,54	489,51	3617,16	3,11
Galat	12	1,62	0,14		
Total	17	2449,16			

$$H_0 = P1 = P2 = P3 = P4 = P5 = P6$$

$$H1 \neq P1 \neq P2 \neq P3 \neq P4 \neq P5 \neq P6$$

$F_{hitung} > F_{tabel 5\%}$  maka  $H_0$  ditolak, terima  $H_1$ . Hal ini berarti pH memiliki pengaruh nyata pada persen Ca(II) teradsorpsi. Karena ada perbedaan nyata dalam penentuan pH maka perlu dilakukan uji BNT dengan  $\alpha = 5\%$  untuk mengetahui pH mana yang berpengaruh.

$$t_{(\alpha/2, dBgalat)} = 2,179$$

$$BNT_{(\alpha)} = t_{tabel (\alpha/2, dBgalat)} \times \sqrt{\frac{2KTG}{n}}$$

$$BNT_{(0,05)} = t_{tabel (0,05/2, 12)} \times \sqrt{\frac{2KTG}{n}}$$

$$BNT_{(0,05)} = t_{tabel (0,025, 12)} \times \sqrt{\frac{2 \times 0,14}{3}} = 0,66$$

Dari nilai BNT di atas, perlu dilakukan perhitungan selisih nilai tengah untuk mengetahui variasi mana yang memberikan beda nyata. Selisih nilai tengah tersaji dalam Tabel F.3:

**Tabel F.3:**Uji Beda Nyata Terkecil pada Variasi pH

pH	pH	3	8	7	6	4	5
	Rata - rata	47,58	52,76	56,24	66,45	75,06	79,43
3	47,58	0					
8	52,76	5,18*	0				
7	56,24	8,66*	3,48*	0			
6	66,45	18,87*	13,69*	10,21*	0		
4	75,06	24,78*	22,30*	18,82*	8,61*	0	
5	79,43	31,85*	26,67*	23,19*	12,98*	4,37*	0

Keterangan : \* = berbeda nyata pada taraf kesalahan 5%

Kesimpulan : persen Ca(II) teradsorpsi menunjukkan perbedaan nyata pada semua pH

## F.2 Penentuan Lama Kontak Optimum

Tabel F.4: Data Variasi Lama Kontak

Lama kontak (menit)	Ca(II) teradsorpsi (%)	Rata-rata Jumlah Ca(II)teradsorpsi (mg/g)
40	4,89	4,89±0,03
	4,91	
	4,86	
60	5,88	5,91±0,03
	5,93	
	5,92	
80	7,28	7,26±0,03
	7,27	
	7,23	
100	9,01	9,00±0,04
	8,96	
	9,04	
120	7,91	7,97±0,05
	8,02	
	7,98	
150	7,78	7,75±0,04
	7,76	
	7,70	

### 1. Faktor Koreksi (FK)

$$\begin{aligned}
 & \frac{\left( \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^n Y_{ij} \right)^2}{\sum_{i=1}^p n_i} = \frac{1283,27^2}{6 \times 3} = 91488,01
 \end{aligned}$$

2. Jumlah Kuadrat Total (JKT)

$$\begin{aligned} &= \left( \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^n Y_{ij} \right)^2 - FK \\ &= (94826,46)^2 - 91488,01 \\ &= 3338,45 \end{aligned}$$

3. Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP)

$$\begin{aligned} &= \frac{\left( \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^n Y_{ij} \right)^2}{3} - FK \\ &= \frac{[(21499,60) + (31426,48) + \dots + (54016,43)]^2}{3} - 91488,01 \\ &= 3336,71 \end{aligned}$$

4. Jumlah Kuadrat Galat (JKG)

$$\begin{aligned} &= JKT - JKP \\ &= 3338,45 - 3336,71 \\ &= 1,74 \end{aligned}$$

5. Kuadrat Total Perlakuan (KTP)

$$= \frac{JKP}{p-1} = \frac{3336,71}{5} = 667,34$$

6. Kuadrat Total Galat (KTG)

$$= \frac{JKG}{p(n-1)} = \frac{1,74}{12} = 0,15$$

7. Menghitung nilai F

$$F \text{ hitung perlakuan} = \frac{KTP}{KTG} = \frac{667,34}{0,14}$$

$$F \text{ hitung perlakuan} = 4593,48$$

$$F \text{ tabel } 5\% = 3,11$$

Analisa sidik ragam satu arah pada penentuan lama kontak optimum oleh adsorben kitin tersaji pada Tabel F.5:

**Tabel F.5:**Analisa Ragam pada Penentuan Lama Kontak Optimum

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	F	
				Hitung	Tabel
Perlakuan	5	3336,71	667,34	4593,48	3,11
Galat	12	1,74	0,15		
Total	17	3338,45			

$$H_0 = P1 = P2 = P3 = P4 = P5 = P6$$

$$H_1 \neq P1 \neq P2 \neq P3 \neq P4 \neq P5 \neq P6$$

$F_{hitung} > F_{tabel 5\%}$  maka  $H_0$  ditolak, terima  $H_1$ . Hal ini berarti lama kontak memiliki pengaruh nyata pada persen Ca(II) yang teradsorpsi. Karena ada perbedaan nyata dalam penentuan lama kontak maka perlu dilakukan uji BNT dengan  $\alpha = 5\%$

$$t_{(\alpha/2, dB_{galat})} = 2,179$$

$$BNT_{(\alpha)} = t_{tabel (\alpha/2, dB_{galat})} \times \sqrt{\frac{2KTG}{n}}$$

$$BNT_{(0,05)} = t_{tabel (0,05/2, 12)} \times \sqrt{\frac{2KTG}{n}}$$

$$BNT_{(0,05)} = t_{tabel (0,025, 12)} \times \sqrt{\frac{2 \times 0,15}{3}} = 0,69$$

Dari nilai BNT di atas, perlu dilakukan perhitungan selisih nilai tengah untuk mengetahui lama kontak mana yang memberikan beda nyata. Selisih nilai tengah tersaji dalam Tabel F.6:

**Tabel F.6:** Uji Beda Nyata Terkecil pada Variasi Lama Kontak

Lama kontak (menit)	Ca(II) ter-adsorpsi (mg/g)	Lama kontak (menit)					
		40	60	80	150	120	100
		Rata-rata Jumlah Ca(II) teradsorpsi (mg/g)					
		4,89	5,91	7,26	7,75	7,97	9,00
40	4,89	0					
60	5,91	1,02*	0				
80	7,26	2,37*	1,35*	0			
150	7,75	2,86*	1,84*	0,49	0		
120	7,97	3,08*	2,06*	0,71*	0,22	0	
100	9,00	4,11*	3,09*	1,74*	1,25*	1,03*	0

Keterangan : \* = berbeda nyata pada taraf kesalahan 5%

Kesimpulan : jumlah Ca(II) teradsorpsi menunjukkan perbedaan nyata pada lama kontak 40, 60, dan 100. Sedangkan lama kontak 80, 120 dan 150 tidak menunjukkan beda nyata.

### F.3 Penentuan Kapasitas Adsorpsi Ca(II) oleh Kitin

**Tabel F.7:**Data Variasi Konsentrasi

Konsentrasi Ca(II) Sisa (Cs) (ppm)	Ca(II) teradsorpsi (%)	Ca(II) teradsorpsi (mg/g)	Rata-rata Ca(II)teradsorpsi (mg/g)
1,70	91,03	4,55	4,57±0,02
	91,57	4,58	
	91,84	4,59	
15,88	76,55	21,04	21,03±0,02
	76,69	21,05	
	76,26	21,01	
156,10	21,52	43,04	43,90±0,98
	21,84	43,68	
	22,48	44,97	
248,97	17,20	51,61	51,03±0,65
	17,06	51,18	
	16,77	50,32	
342,83	14,45	57,82	57,17±0,64
	14,13	56,53	
	14,29	57,17	
443, 47	11,26	56,32	56,53±0,77
	11,48	57,39	
	11,18	55,89	
542,47	9,67	58,03	57,53±0,54
	9,60	57,60	
	9,49	56,96	

#### 1. Faktor Koreksi (FK)

$$= \frac{\left( \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^n Y_{ij} \right)^2}{\sum_{i=1}^p n_i} = \frac{875,21^2}{7 \times 3} = 36484,32$$



2. Jumlah Kuadrat Total (JKT)

$$\begin{aligned} &= \left( \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^n Y_{ij} \right)^2 - FK \\ &= 44312,39 - 36484,32 \\ &= 7828,07 \end{aligned}$$

3. Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP)

$$\begin{aligned} &= \frac{\left( \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^n Y_{ij} \right)^2}{3} - FK \\ &= \frac{[(188.29) + (3980.20) + \dots + (29787.66)]}{3} - 36484,32 \\ &= 7822,68 \end{aligned}$$

4. Jumlah Kuadrat Galat (JKG)

$$\begin{aligned} &= JKT - JKP \\ &= 7828,07 - 7822,68 \\ &= 5,38 \end{aligned}$$

5. Kuadrat Total Perlakuan (KTP)

$$= \frac{JKP}{p-1} = \frac{7828,68}{6} = 391,19$$

6. Kuadrat Total Galat (KTG)

$$= \frac{JKG}{p(n-1)} = \frac{5,38}{14} = 0,38$$

7. Menghitung nilai F

$$F \text{ hitung perlakuan} = \frac{KTP}{KTG} = \frac{391,19}{0,38}$$

$$F \text{ hitung perlakuan} = 1017,38$$

$$F \text{ tabel } 5\% = 2,79$$

Analisa sidik ragam satu arah pada penentuan kapasitas adsorpsi Ca(II) oleh adsorben kitin tersaji pada Tabel F.8:

**Tabel F.8:**Analisa Ragam pada Penentuan Kapasitas Adsorpsi Ca(II)

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	F	
				Hitung	Tabel
Perlakuan	6	7822,68	391,19	1017,38	2,79
Galat	15	5,38	0,38		
Total	20	7828,07			

$$H_0 = P1 = P2 = P3 = P4 = P5 = P6 = P7$$

$$H_1 \neq P1 \neq P2 \neq P3 \neq P4 \neq P5 \neq P6 \neq P7$$

$F_{hitung} > F_{tabel 5\%}$  maka  $H_0$  ditolak, terima  $H_1$ . Hal ini berarti konsentrasi memiliki pengaruh nyata pada persen Ca(II) yang teradsorpsi. Karena ada perbedaan nyata dalam penentuan lama kontak maka perlu dilakukan uji BNT dengan  $\alpha = 5\%$

$$t_{(\alpha/2, dBgalat)} = 2,131$$

$$BNT_{(\alpha)} = t_{tabel (\alpha/2, dBgalat)} \times \sqrt{\frac{2KTG}{n}}$$

$$BNT_{(0,05)} = t_{tabel (0,05/2, 15)} \times \sqrt{\frac{2KTG}{n}}$$

$$BNT_{(0,05)} = t_{tabel (0,025, 15)} \times \sqrt{\frac{2 \times 0,38}{3}} = 1,16$$

Dari nilai BNT di atas, perlu dilakukan perhitungan selisih nilai tengah untuk mengetahui konsentrasi mana yang memberikan beda nyata. Selisih nilai tengah tersaji dalam Tabel F.9:

**Tabel F.9:**Uji Beda Nyata Terkecil pada Variasi Konsentrasi

$C_s$ (ppm)	Ca(II) ter- adsorpsi (mg/g)	$C_s$ (ppm)						
		1,70	15,88	156,10	248,97	443,47	342,83	542,47
		Ca(II) teradsorpsi (mg/g)						
		4,57	21,03	43,90	51,03	56,53	57,17	57,53
1,70	4,57	0						
15,88	21,03	16,46*	0					
156,10	43,90	39,33*	22,87*	0				
248,97	51,03	46,47*	30,01*	7,14*	0			
443,47	56,53	51,96*	35,50*	12,63*	5,50*	0		
342,83	57,17	52,60*	36,14*	13,28*	6,14*	0,64	0	
542,47	57,53	52,96*	36,50*	13,63*	6,49*	1,00	0,36	0

Keterangan : \* = berbeda nyata pada taraf kesalahan 5%

Kesimpulan : jumlah Ca(II) teradsorpsi (mg/g) menunjukkan perbedaan nyata pada konsentrasi 20, 100, 200, 300. Sedangkan pada konsentrasi 400, 500, 600 tidak berbeda nyata.

## Lampiran G. Hasil Identifikasi Bekicot



KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL  
**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**  
**JURUSAN BIOLOGI FAKULTAS MIPA**  
Laboratorium Ekologi dan Diversitas Hewan  
Jl. Veteran Malang, 65145 Email: ecobioub@gmail.com

### SURAT KETERANGAN IDENTIFIKASI

Nomor : 01/SKI/LEDH/2012

Kepala Laboratorium Ekologi dan Diversitas Hewan Jurusan Biologi Fakultas MIPA menerangkan bahwa spesimen hewan yang dibawa oleh :

Nama : ADHA PURNASIWI  
Nim : 0810923001  
Jurusan/Fakultas : Kimia/MIPA

Mahasiswa Universitas Brawijaya Malang berdasarkan hasil identifikasi adalah:

Famili : Achatinidae  
Spesies : *Lissachatina fulica* (Bowdich, 1822)  
Sinonim *Achatina fulica* (Ferussac, 1821)  
Nama lokal : Bekicot, Siput darat (Indonesia), *Giant African snail* (Inggris), *Escargot geant* (Perancis), *Caramujo* (Spanyol)

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya



Malang, 01 Februari 2012  
Kepala

*Endang Arisoelaningsih Msi.*  
19590908 198932001