

**PENGARUH MODIFIKASI GUGUS KARBOKSIL DAN
KARBONIL TERHADAP PENYERAPAN Cd^{2+} OLEH
BIOMASSA KULIT PISANG KEPOK
(*Musa paradisiaca* L)**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian Persyaratan memperoleh Gelar Sarjana Sains



OLEH:

RENI PUSPITA SARI

14036030/2014

**PROGRAM STUDI KIMIA
JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

2018

PERSETUJUAN SKRIPSI

PENGARUH MODIFIKASI GUGUS KARBOKSIL DAN KARBONIL
TERHADAP PENYERAPAN Cd^{2+} OLEH BIOMASSA
KULIT PISANG KEPOK (*Musa paradisiaca L*)

Nama : Reni Puspita Sari
Nim : 14036030
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, Juli 2018

Pembimbing I



Dr. Desy Kurniawati, S.Pd, M.Si
NIP. 19751122 200312 2 003

Pembimbing II



Edi Nasra, S.Si, M.Si
NIP. 19810622 200312 1 001

HALAMAN PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan didepan Tim Penguji Skripsi
Program Studi Kimia Jurusan Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Judul : Pengaruh Modifikasi Gugus Karboksil dan Karbonil
terhadap Penyerapan Cd^{2+} oleh Biomassa Kulit Pisang
Kepok (*Musa paradisiaca* L)

Nama : Reni Puspita sari

NIM : 14036030

Program Studi : Kimia

Jurusan : Kimia

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, Juli 2018

Tim Penguji

Nama

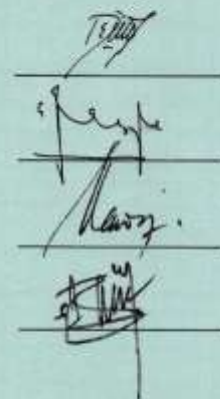
Tanda Tangan

1. Ketua : Dr. Desy Kurniawati, S.Pd, M.Si

2. Sekretaris : Edi Nasra, S.Si, M.Si

3. Anggota : Dr. Mawardi, M.Si

4. Anggota : Drs. Bahrizal, M.Si



SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Reni Puspita Sari
TM/NIM : 14036030/2014
Tempat/Tanggal Lahir : Lansano/ 24 Agustus 1995
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : MIPA
Alamat : Lansano Taratak, Kec. Sutera Kab. Pessel
No.HP/Telepon : 082329036475
Judul Skripsi : Pengaruh Modifikasi Gugus Karboksil dan Karbonil terhadap Penyerapan Cd^{2+} Oleh Biomassa Kulit Pisang Kepok (*Musa Paradisiaca L.*).

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis/skripsi ini adalah hasil dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademi (sarjana) baik di UNP maupun perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis/skripsi ini murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan tim pembimbing.
3. Pada karya tulis/skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain kecuali tertulis dengan jelas dicantumkan pada daftar pustaka.
4. Karya tulis/skripsi ini sah apabila telah ditandatangan **Asli** oleh tim pembimbing dan tim penguji

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran di dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima **Sanksi Akademik** berupa pencabutan gelar akademik yang telah diperoleh karena karya tulis/skripsi ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi..

Padang, Juli 2018

Yang membuat pernyataan,


Reni Puspita Sari
NIM : 14036030

ABSTRAK

Reni Puspita Sari, 2018 : Pengaruh Modifikasi Gugus Karboksil dan Karbonil terhadap Penyerapan Cd^{2+} oleh Biomassa Kulit pisang Kepok (*Musa paradisiaca* L)

Pencemaran yang disebabkan oleh adanya logam berat dalam perairan dan limbah industri dapat menyebabkan kerusakan ekosistem serta mengganggu kesehatan manusia. Oleh sebab itu diperlukan suatu metoda yang sederhana dan efisien yaitu biosorpsi yang merupakan suatu proses penyerapan padatan yang berasal dari alam untuk berikatan dengan ion logam yang terdapat dalam suatu larutan. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui peranan gugus fungsi, terutama gugus karboksil dan karbonil dalam biomassa *Musa paradisiaca* L pada proses biosorpsi Cd^{2+} menggunakan sistem kontinu (kolom). Modifikasi gugus karboksil dan karbonil menggunakan reagen metanol 99 % dan glikol p.a. Hasil penelitian menunjukkan bahwa diperoleh gugus karbonil lebih berperan dalam proses penyerapan ion Cd^{2+} oleh biomassa kulit pisang kepok dibandingkan dengan gugus karboksil, dilihat dari kapasitas serapan menurun dari 8,3864 mg/g menjadi 5,7750 mg/g untuk gugus karboksil dan karbonil sebesar 3,2120 mg/g dengan masing-masing persentase penurunan 31,1 % dan 61,7 %. Biosorpsi ion Cd^{2+} oleh kulit pisang kepok memenuhi persamaan isoterm langmuir dengan nilai R^2 sebesar 0,970.

Keyword : Biosorpsi, Modifikasi, *Musa paradisiaca* L, Coulomn Method

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis haturkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi yang berjudul **“Pengaruh Modifikasi Gugus karboksil Dan Karbonil Terhadap Penyerapan Logam Cd^{2+} Oleh Biomassa Kulit Pisang Kepok (*Musa Paradisiaca L*). Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memenuhi mata kuliah Tugas Akhir II serta untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar sarjana sains (S.Si) pada Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.**

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Desy Kurniawati, S.Pd, M.Si sebagai pembimbing I.
2. Bapak Edi Nasra, S.Si, M.Si sebagai pembimbing II sekaligus penasehat akademik.
3. Bapak Drs. Bahrizal, M.Si dan Bapak Dr. Mawardi, M.Si selaku Dosen Penguji sekaligus Ketua Jurusan Kimia
4. Bapak Harry Sanjaya, M.Si sebagai Ketua Program Studi Kimia
5. Seluruh Staf Pengajar dan Tenaga Administrasi di Jurusan Kimia FMIPA UNP.
6. Pranata Labor Pendidikan (PLP) Kimia FMIPA yang telah memberikan bantuan dan dorongan selama penelitian.
7. Orang tua dari penulis yang telah memberikan semangat serta dorongan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Teman-teman Kimia angkatan 2014 yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian.

Dengan bantuan semua pihak skripsi ini dapat penulis selesaikan, semoga segala bantuan dan dorongan serta pengorbanan yang telah diberikan menjadi amal ibadah dan dibalas oleh Allah SWT, Amin. Untuk kesempurnaan skripsi ini, maka dengan kerendahan hati penulis mengharapkan masukan dan saran yang membangun dari semua pihak. Atas masukan dan saran yang diberikan penulis haturkan terima kasih.

Padang, Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI`	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Rumusan Masalah	4
1.5 Tujuan Penelitian	4
1.6 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Pisang Kepok	5
2.2 Biosorpsi	6
2.2.1 Macam-macam Adsorpsi	7
2.2.2 Isoterm Adsorpsi	9
2.3 Logam Cd	10
2.4 Modifikasi (Masking Agent) gugus fungsi	11
2.5 Karakterisasi	11
2.5.1 Spektrometer Serapan Atom (SSA).....	11
2.5.2 Fourier Transform Infrared (FTIR)	13
BAB III METODE PENELITIAN	15
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	15
3.2 Alat dan Bahan.....	15
3.2.1 Alat.....	15
3.2.2 Bahan	15
3.3 Prosedur Kerja	15
3.3.1 Preparasi Sampel.....	15

3.3.2 Perlakuan Penelitian dengan Sistem Kontinu	16
3.3.3 Perlakuan biomassa reagen pembloking gugus fungsi.....	17
3.3.4 Karakterisasi kulit pisang kepok.	17
BAB IV PEMBAHASAN.....	18
4.1 Karakterisasi.....	15
4.1.1 Analisis FTIR.	17
4.2 Perlakuan penelitian dengan sistem kontinu	15
4.2.1 Pengaruh pH terhadap penyerapan ion Cd^{2+}	17
4.2.2 Pengaruh konsentrasi terhadap penyerapan ion Cd^{2+}	17
4.2.3 Isoterm biosorpsi Langmuir.....	22
4.2.4 Pengaruh berat biosorben terhadap penyerapan ion Cd^{2+}	23
4.2.5 Pengaruh ukuran partikel terhadap penyerapan ion Cd^{2+}	24
4.2.6 Pengaruh laju alir terhadap penyerapan ion Cd^{2+}	25
4.3 Perlakuan reagen pembloking gugus fungsi biosorben	26
4.3.1 Modifikasi gugus fungsi karboksil.	26
4.3.2 Modifikasi gugus fungsi karbonil.	27
BAB V PENUTUP.....	29
5.1 Kesimpulan	29
5.2 Saran	29
DAFTAR PUSTAKA.....	30

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Kulit Pisang Kepok	5
2.2 Kurva Isoterm Adsorpsi Langmuir	10
2.3 Logam kadmium	10
2.4 Reaksi Modifikasi Gugus Karboksil	11
2.5 Reaksi modifikasi gugus karbonil	12
2.6 Skema Peralatan SSA	12
2.7 Skema instrumental dari FTIR	13
4.1 Spektrum FTIR	18
4.2 Pengaruh Ph	20
4.3 Pengaruh konsentrasi	21
4.4 Kurva Linieritas Isoterm Langmuir Biosorpsi	22
4.5 Pengaruh berat	23
4.6 Pengaruh ukuran	24
4.7 Pengaruh laju alir	25
4.8 Pengaruh Modifikasi Gugus Fungsi Karboksil	26
4.9 Pengaruh Modifikasi Gugus Fungsi Karbonil	27
4.10 Spektrum FTIR biomassa Modifikasi gugus fungsi	28

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Klasifikasi Tanaman Pisang Kepok.....	5
2.2 Komposisi Biokimia Kulit Pisang Kepok.....	6

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Desain Penelitian.....	35
2. Preparasi Kulit Pisang kepok	36
3. Optimasi pH Larutan.....	37
4. Optimasi Konsentrasi Larutan.....	38
5. Optimasi Ukuran Partikel.....	39
6. Optimasi Berat Biosorben	40
7. Optimasi Laju Alir	41
8. Modifikasi gugus fungsi karboksil.....	42
9. Modifikasi gugus fungsi karbonil	43
10. Perhitungan Pembuatan Reagen.....	44
11. Perhitungan matematis penentuan kapasitas serapan.....	48
12. Adsorpsi isoterm Langmuir	51
13. Spektrum FTIR biosorben kulit pisang kepok	52
14. Foto Hasil penelitian	54

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pencemaran yang disebabkan oleh adanya logam berat pada perairan merupakan suatu masalah yang serius, dengan adanya logam berat dalam perairan dan limbah industri dapat menyebabkan kerusakan ekosistem serta dapat mengganggu kesehatan manusia (Amit, 2017). Logam berat merupakan logam yang bersifat non-biodegradable pada lingkungan dan berbahaya bagi beberapa spesies dan jika terakumulasi pada rantai makanan dapat mengganggu kesehatan pada manusia (Lestari, 2016). Salah satu logam berat yang dapat mencemari lingkungan perairan yaitu kadmium yang merupakan logam berat yang bersifat non-biodegradable dan beracun walaupun pada konsentrasi rendah dalam perairan.

Kadmium dapat mengganggu kesehatan manusia seperti kanker, tekanan darah tinggi, fraksi tulang, dan kerusakan organ seperti hati dan ginjal. Kadmium biasanya berasal dari penambangan logam, peleburan, pelapisan, industri baterai, pestisida, industri cat minyak, industri pigmen dan pembuatan alloy dan baja. Menurut WHO (World Health Organization), batas maksimum kadmium pada air minum yaitu 0.003 mg/L dan ambang batas pada limbah yaitu 0.05 mg/L (Deshmukh, 2017). Dengan mengingat bahaya yang ditimbulkan oleh kadmium serta rendahnya konsentrasi yang dibolehkan maka perlu penanganan yang serius sebelum dibuang ke perairan. Beberapa metode yang biasanya digunakan untuk menghilangkan timbal dan kadmium pada perairan seperti precipitasi, filtrasi membran, pertukaran ion, elektrodialisis (Okereke, 2016). Namun metode ini, membutuhkan biaya operasional yang mahal, memerlukan bahan kimia yang

banyak, dan memerlukan waktu yang lama. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode yang efektif yaitu biosorpsi yang merupakan suatu metode yang sederhana dan cepat serta tidak memerlukan biaya yang mahal dalam mengurangi ion-ion logam berat termasuk Cd^{2+} (Vilardi, 2017).

Pada metode biosorpsi, diperlukan suatu biomassa yang berfungsi sebagai biosorben. Saat ini, penggunaan biomassa sebagai biosorben rendah biaya (low-cost) telah banyak dikembangkan karena keberadaannya yang melimpah di alam. Beberapa biosorben rendah biaya (low-cost) seperti biji durian (Lestari, 2016), biji dan kulit lengkeng (Kurniawati, 2016), kulit jeruk (Guiza, 2017), kulit delima (Gündüz, 2017), kulit ketimun (Basu, 2017), kulit kemiri (Lim, 2017). Material-material tersebut dapat digunakan untuk menghilangkan ion logam berat karena didalamnya terdapat senyawa kimia seperti karbohidrat, protein dan fenol, yang masing-masing mengandung gugus aktif seperti karboksil, hidroksi, sulfat, posfat dan amino. Akhir-akhir ini, telah diteliti bahwa kulit pisang kepok dapat dimanfaatkan untuk menyerap logam berat. Dilaporkan bahwa kulit pisang yang dimodifikasi dapat menghilangkan ion Mn^{2+} dalam perairan (Ali, 2016). selain itu, dilaporkan juga bahwa kulit pisang dapat menyerap ion Cu^{2+} dan Pb^{2+} menggunakan sistem batch dengan kapasitas serapan yaitu 12,85mg/g dan 10,9 mg/g (Vilardi, 2017).

Pisang merupakan buah yang paling banyak ditanam dan dibudidayakan lebih dari 130 negara yang merupakan buah tropis. Pada kulit pisang banyak terdapat didalamnya lignin, pektin, selulosa dan hemiselulosa (Vilardi, 2017). Menurut Castro *et al* (2011), dalam kulit pisang terdapat gugus fungsi seperti gugus karboksilat ($-\text{COOH}$), hidroksil ($-\text{OH}$), dan gugus amina ($-\text{NH}_2$). Gugus fungsi

dapat berperan sebagai gugus aktif yang mempunyai kemampuan untuk menyerap logam berat.

Berdasarkan uraian diatas, maka pada penelitian ini dilakukan penentuan kapasitas serapan maksimum dari Cd^{2+} dan pengaruh modifikasi terhadap penyerapan logam Cd^{2+} oleh kulit pisang kepok dengan menggunakan sistem kontinu.

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan diatas, maka dapat diidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut:

1. Ion Cd^{2+} dapat mencemari lingkungan terutama perairan sehingga perlu diatasi.
2. Keberadaan kulit pisang sangat banyak tetapi belum termanfaatkan dengan baik.

1.3. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah diatas, maka penulis membatasi masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Biosorben yang digunakan adalah kulit pisang kepok yang berasal dari penjual gorengan di sekitar UNP.
2. Kulit pisang kepok sebelum dan sesudah aktivasi dikarakterisasi dengan menggunakan FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*). Kapasitas serapan kulit pisang terhadap ion Cd^{2+} dianalisa dengan menggunakan instrumen AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*).
3. Dilakukan Modifikasi gugus karboksil dan Karbonil dengan metanol 99 % dan glikol p.a

1.4. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh pH, konsentrasi, berat biosorben, ukuran biosorben, dan laju alir terhadap daya serap kulit pisang kepok pada larutan ion Cd^{2+} ?
2. Berapa kapasitas adsorpsi maksimum dari kulit pisang kepok terhadap larutan ion Cd^{2+} ?
3. Bagaimana kapasitas serapan dari kulit pisang kepok terhadap larutan ion Cd^{2+} setelah dilakukan modifikasi ?

1.5. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui karakteristik kulit pisang kepok sehingga dapat digunakan sebagai biosorben.
2. Menentukan kondisi optimum dari masing-masing parameter serta mengetahui kapasitas serapan maksimum dari ion Cd^{2+} oleh Biosorben kulit pisang kepok.
3. Mengetahui kapasitas serapan dari biosorben kulit pisang kepok terhadap larutan Cd^{2+} setelah dilakukan modifikasi.

1.6. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah dapat memberikan informasi kepada pembaca tentang kandungan kulit pisang kepok sehingga dapat digunakan sebagai biosorben untuk menyerap ion Cd^{2+} .

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pisang Kepok

Pisang merupakan buah yang tumbuh berkelompok dan hidup didaerah tropis dengan jenis yang berbeda-beda. Budidaya pisang di Indonesia semakin membaik yaitu 39,1 ton/Ha Pada tahun 1993 dan pada tahun 2003 menjadi 48,75 ton/Ha (Radyawati, 2011).

Tabel 2.1 Klasifikasi Tanaman Pisang Kepok

Kingdom	Plantae
Divisio	Spermatophyta
Sub divisi	Angiospermae
Classis	Monocotyledoneae
Ordo	Musales
Familia	Musaceae
Genus	Musa
Spesies	<i>Musa paradisiaca L.</i>

(Tjitrosoepomo, 1991).

Tanaman pisang merupakan tanaman asli asia tenggara termasuk indonesia, yang mempunyai nama latin *Musa paradisiaca L.* Nama ini diambil dari dokter kaisar Romawi Octavianus Augustus yang bernama Antonius Musa pada 63 SM (Munadjim, 1988).



Gambar 2.1 Kulit Pisang Kepok

Pada proses pengolahan pisang tentu terdapat kulit pisang yang hanya menjadi limbah dan sebagai bahan pangan ternak. Persentase kandungan kulit pisang kepok adalah sebagai berikut :

Tabel 2.2 Komposisi Kimia Kulit Pisang Kepok

Unsur	Komposisi (%)
Lignin	6-12
Pektin	10-21
Selulosa	7,6-9,6
Hemiselulosa	6,4-9,4

(Vilardi , 2017)

Dalam kulit pisang kepok terdapat selulosa, hemiselulosa, lignin, dan pektin yang mengandung gugus fungsi seperti, hidroksil (-OH), karboksil (-COOH), dan amina (-NH₂) yang dapat dijadikan sebagai biosorben untuk mengikat ion logam berat (Deshmukh, 2017).

2.2 Biosorpsi

Biosorpsi merupakan proses penyerapan padatan yang berasal dari alam untuk berikatan dengan ion logam yang terdapat dalam suatu larutan. Adapun metoda tersebut sangat menjanjikan dalam proses penghilangan logam berat dalam perairan. Pada biosorpsi ada istilah biosorben yaitu molekul yang menyerap, sedangkan biosorbat merupakan zat yang terserap (Ratnawati, 2010). Adsorpsi adalah suatu proses penyerapan padatan terhadap suatu zat yang terjadi pada permukaan padatan karena adanya gaya tarik atom atau molekul tanpa menyerap kedalamnya (Atkins, 1999). Menurut Gisi (2016), adsorpsi merupakan proses terakumulasi suatu zat atau terserapnya molekul-molekul pada suatu lapisan permukaan.

2.2.1 Macam-macam Adsorpsi

Adsorpsi pada padatan dapat diklasifikasikan menjadi dua kelompok yaitu Fisisorpsi atau yang sering disebut dengan adsorpsi fisika dan kemisorpsi yang sering disebut dengan adsorpsi kimia (Levine, 1995).

a. Adsorpsi Fisika

Adsorpsi fisika terjadi jika gaya tarik-menarik antara adsorbat dan permukaan adsorben relatif lemah sehingga adsorbat dapat bergerak dari satu bagian permukaan kebagian permukaan adsorben lainnya atau gaya intermolekul yang terjadi lebih besar dari pada gaya antar tarik molekul. Fisisorpsi atau adsorpsi fisika ditandai dengan adanya ikatan yang lemah antara molekul-molekul yang teradsorpsi pada permukaan adsorben. Ikatan yang terdapat antara adsorben dengan adsorbat sangat lemah sehingga sangat mudah untuk diputuskan kembali. Pada umumnya, adsorpsi fisika terjadi karena adanya gaya van der Waals yang berlangsung secara reversible atau bolak-balik (Sari, 2016). Adsorpsi fisika berlangsung dengan sangat cepat, sehingga molekul yang teradsorpsi mudah diputuskan atau dilepaskan kembali dengan cara menurunkan tekanan zat yang terlarut, dan adsorpsi fisika ini dapat membentuk lapisan jamak (Apriliani, 2010). Menurut Atkins (1999), pada adsorpsi fisika panas adsorpsinya yaitu kurang dari $20,92 \text{ kJ.mol}^{-1}$.

b. Adsorpsi Kimia

Adsorpsi kimia merupakan adsorpsi yang terjadi jika molekul teradsorpsi bereaksi secara kimia dengan permukaan adsorben (Gisi, 2016). Ikatan yang terjadi antara adsorben dengan adsorbat cukup kuat sehingga spesies yang asli tidak dapat ditemukan kembali. Adsorpsi kimia bersifat irreversible, melibatkan

energi aktivasi sehingga kesetimbangan yang tercapai relatif lambat, hanya dapat membentuk ikatan tunggal (monolayer) dan memerlukan energi yang besar untuk melepaskan adsorbat. Pada adsorpsi kimia, panas adsorpsinya yaitu diatas 20,92 kJ/mol⁻¹ (Adamson, 1990).

Menurut Pujiastuti (2008), ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi daya serapan yaitu:

a. pH

pH merupakan satu faktor utama pada proses adsorpsi karena pH berkaitan dengan gugus fungsi. Semakin rendah pH maka daya adsorpsi semakin besar, hal ini disebabkan oleh adanya persaingan ion logam dengan ion H⁺. Begitu juga sebaliknya, semakin besar pH maka daya serapan semakin kecil.

b. Konsentrasi adsorbat

Semakin besar konsentrasi adsorbat maka semakin besar pula daya adsorpsinya begitu juga sebaliknya.

c. Ukuran Adsorbat

Semakin kecil ukuran biosorben yang digunakan maka kapasitas serapan akan semakin baik.

d. Luas permukaan

Semakin luas permukaan adsorben maka semakin banyak ion logam yang teradsorpsi.

e. Waktu kontak

Waktu kontak berhubungan erat dengan proses biosorpsi, semakin lama waktu kontak maka kapasitas serapan semakin baik.

2.2.2 Isoterm biosorpsi

Suatu konsep dasar yang perlu dipelajari dalam memahami proses biosorpsi dikenal dengan isoterm biosorpsi yang merujuk pada hubungan antara kesetimbangan kuantitas material dari adsorbat dan tekanan atau konsentrasi dalam fase cairan pada suhu konstan (Dabrowski, A.,2001). Isoterm biosorpsi adalah suatu keadaan kesetimbangan dimana konsentrasi adsorbat tidak mengalami perubahan. Salah satu persamaan yang dapat digunakan untuk menjelaskan data percobaan isoterm yaitu isoterm adsorpsi Langmuir (Foo & Hameed, 2010).

Isoterm adsorpsi Langmuir mengasumsikan bahwa pada proses biosorpsi hanya terjadi pada lapisan monolayer, semua situs permukaan bersifat homogen berdasarkan pada sudut pandang kinetik. Persamaan isoterm biosorpsi Langmuir dapat diturunkan secara teoritis yaitu terjadinya kesetimbangan antara molekul yang tidak teradsorpsi dengan molekul yang teradsorpsi pada permukaan biosorben (Salmariza, 2016). Adapun persamaan yang digunakan untuk isoterm langmuir adalah:

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{qmK_L} + \left(\frac{1}{qm}\right) C_e$$

Keterangan:

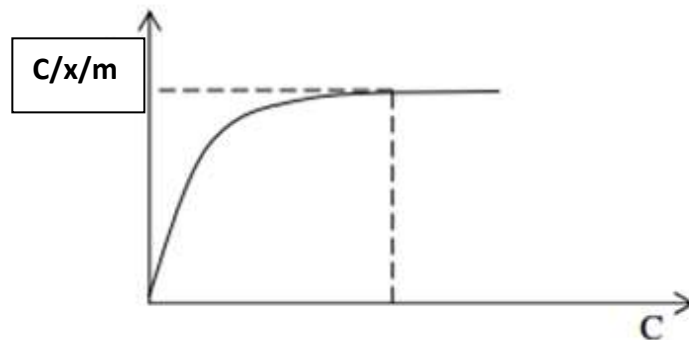
C_e = konsentrasi adsorbat saat seimbang (mg/L)

Q_e = miligram adsorbat yang terserap per gram adsorben (mg/g)

qm = miligram adsorbat terserap pada keadaan jenuh atau kapasitas adsorpsi maksimum (mg/g adsorben)

K_L = konstanta kesetimbangan (Drweesh, 2016).

Adapun kurva isoterm adsorpsi Langmuir dapat disajikan seperti pada Gambar 2.2



Gambar 2.2 Kurva Isoterm Adsorpsi Langmuir (Oscik, 1982)

Menurut Saraeian (2018), pada isoterm Langmuir dapat ditentukan konstanta afinitas (K_L) dari *slope* dan kapasitas serapan maksimum (q_m) dengan *intercept*.

2.3. Logam Kadmium

Logam berat merupakan unsur yang memiliki kerapatan yang lebih besar dan bersifat racun meskipun dalam konsentrasi rendah yang mempunyai berat atom antara 63,5 dan 200,6 serta mempunyai massa jenis lebih dari 5 gr/cm^3 (sudarmadji, 2006). Logam Cd merupakan logam berat yang mempunyai berat molekul 112,41 g/mol dan densitas 8,65 mg/L, nomor atom 48, titik leleh 321°C , titik didih 767°C serta memiliki massa jenis $8,65\text{gr/cm}^3$ (Widowati, 2003).



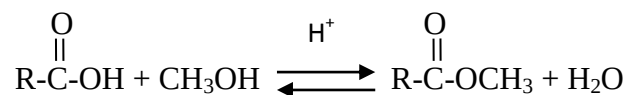
Gambar 2.3 Logam kadmium

Kadmium merupakan logam non-biodegradable yang bersifat toksik meskipun dalam konsentrasi rendah. Sumber utama terdapatnya kadmium di lingkungan yaitu karena adanya kegiatan industri seperti lempeng listrik, industri

plastik, industri baterai, industri pestisida dan pupuk serta proses pertambangan. Menurut WHO, batas maksimum kadmium dalam air minum yaitu 3 g/cm^3 (Deshmukh, 2017). Kadmium biasanya terdapat dalam bentuk padatan alami yang terdiri dari unsur lainnya. Terakumulasinya logam kadmium dalam tubuh dapat menyebabkan beberapa gangguan kesehatan seperti kanker paru-paru, keracunan hati, mengganggu sistem pernafasan, ginjal dan organ reproduktif lainnya (Carolyn, 2017). Logam kadmium berwarna putih perak, lunak, mengkilap, mudah bereaksi dan jika dipanaskan akan menghasilkan kadmium oksida. Kadmium dapat larut dengan baik dalam asam nitrat tetapi lambat dalam asam klorida dan asam sulfat dan tidak dapat larut dalam basa. Pada umumnya logam Cd didalam persenyawaannya mempunyai bilangan $2+$ (Palar, 1994).

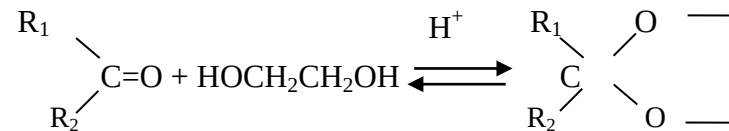
2.4 Modifikasi (masking agent) Gugus Fungsi

Pada suatu biosorben terdapat beberapa gugus fungsi yang memiliki kereaktifitasan sedikit berbeda atau sama terhadap suatu pereaksi tetapi hanya satu gugus fungsi yang terlindungi. Oleh sebab itu, untuk mempertahankan gugus fungsi yang lain maka dilakukan modifikasi gugus fungsi yang disebut dengan masking agent dengan penambahan reagen pemodifikasi. Gugus karboksil dapat dimodifikasi dengan penambahan metanol dalam suasana asam akan membentuk ester dan air yang disebut dengan reaksi esterifikasi dengan reaksi sebagai berikut (Park, 2005).



Gambar 2.4 Reaksi Modifikasi Gugus Karboksil (Park, 2005)

Gugus karbonil dapat dimodifikasi dengan penambahan 1,2 etanadiol atau glikol dalam suasana asam akan menghasilkan 1,3 dioksolan dengan reaksi sebagai berikut:

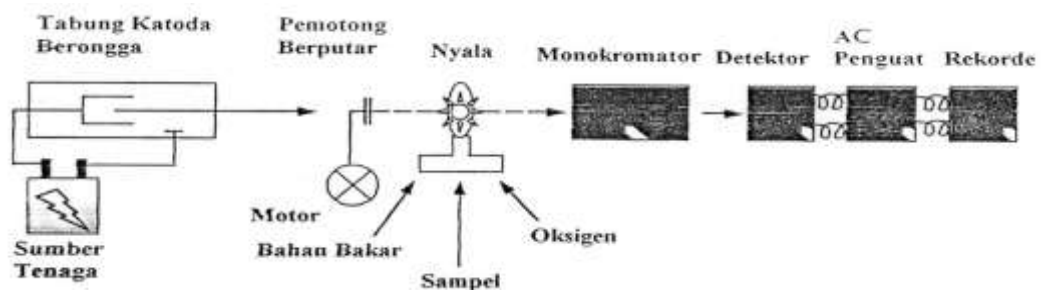


Gambar 2.5 Reaksi modifikasi gugus karbonil (Mawardi, 2014)

2.5 Karakterisasi

2.5.1 Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)

Spektrofotometer serapan atom merupakan suatu metode analisis yang digunakan untuk penentuan unsur-unsur logam dan pengukuran didasarkan pada penyerapan cahaya oleh atom logam dalam keadaan bebas dengan panjang gelombang tertentu (Skoog *et al*, 2007). Sensitivitas yang sangat tinggi pada alat ini dapat dijadikan pilihan utama untuk menganalisis unsur logam yang memiliki konsentrasi sangat kecil yaitu dalam ppm bahkan ppb (Skoog *et al*, 2004). Prinsip dari SSA yaitu atomisasi, dimana sampel diatomisasi dan diubah menjadi atom bebas dalam keadaan dasar (Levinson, 2001)



Gambar 2.6 Skema Peralatan SSA (Underwood, 1986)

Hubungan antara absorbansi dengan konsentrasi diturunkan dari hukum lambert-beer yaitu:

$$A = \varepsilon \cdot b \cdot c$$

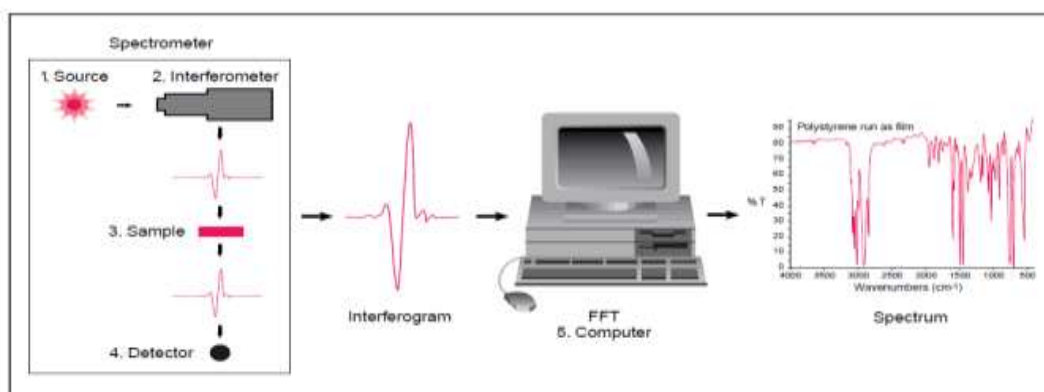
Dimana:

- A = absorbansi,
- b = panjang medium,
- c = konsentrasi atom yang menyerap sinar,
- ε = absorptivitas molar

Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa absorbansi cahaya berbanding lurus dengan konsentrasi atom (Day & Underwood, 1989).

2.5.2 Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)

Spektroskopi FTIR merupakan suatu metode analisis yang digunakan untuk analisa gugus fungsi suatu sampel berdasarkan spektra penyerapan sinar inframerah (Chaber, 2017). Pada umumnya FTIR digunakan untuk analisis gugus fungsi suatu sampel. Pada spektroskopi inframerah sebagian radiasi inframerah diserap oleh sampel dan sebagian lagi dilewatkan (ditransmisikan). Adapun skema kerja dari FTIR adalah:



Gambar 2.7 Skema instrumental dari FTIR (Thermo Nicolet Corporation, 2001)

Jika suatu sampel dilewati oleh radiasi infra merah maka molekulnya akan menyerap energi dan terjadi transisi antara tingkat vibrasi dasar dan tingkat vibrasi tereksitasi. Spektrum yang terbentuk pada FTIR akan memberikan informasi tentang gugus fungsi suatu molekul (Puspitasari, 2013).

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Kulit pisang kepok mengandung gugus karboksil dan karbonil sehingga dapat dijadikan sebagai biosorben untuk menyerap ion Cd^{2+} .
2. Kondisi optimum dari masing-masing parameter yang digunakan yaitu kapasitas serapan optimum untuk ion Cd^{2+} terjadi pada pH 5, konsentrasi ion logam 500 ppm, dengan berat biosorben 0,5 gram dalam ukuran partikel 250 μm dan laju alir 1 ml/menit dengan kapasitas serapan maksimum sebesar 16,8634 mg/g.
3. Kapasitas serapan setelah dilakukan modifikasi gugus fungsi mengalami penurunan dari 8,3864 mg/g menjadi 5,7750 mg/g untuk gugus karboksil dan untuk gugus karbonil mengalami penurunan dari 8,3864 mg/g menjadi 3,2120 mg/g dengan persentase penurunan masing-masing sebesar 31,1% dan 61,7%.

5.2. Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan disarankan agar melakukan penelitian lebih lanjut mengenai modifikasi gugus fungsi yang lain seperti gugus amina dan pengaruh adanya logam lain terhadap serapan ion Cd^{2+} oleh biosorben kulit pisang kepok.

DAFTAR PUSTAKA

- Adamson, A. W. 1990. *Physical Chemistry of Surface. Fifth edition*. New York : John Wiley and Sons, Inc.
- AH, Alabi., CA, Olanrewaju and SO, Suara. 2018. *Biosorption of Phosphate Ion on Albizia Lebbeck Seed Pod with and without Organic Acid Modification*. J. Appl. Sci. Environ. Manage. Vol.22(15) 647-658.
- Ali, Ashraf. 2016. *Removal of Mn(II) from Water using Chemically Modified Banana Pells as Efficient Adsorbent*. Journal of Environmental Nanotechnology, Monitoring and Management, ENMM:76.
- Amit S. Sharma and Satish A. Bhalerao. 2017. *Removal of Chromium(VI) from Aqueous Synthetic Solution using Silica Gel Immobilized Banana Peels (Musa paradisiaca L.) as A Green Biosorbent*. ResearchGate, Current Perspectives in Suitanaible Environment.
- Apriliani, A. 2010. *Pemanfaatan Arang Ampas Tebu sebagai Adsorben Ion Logam Cd, Cr, Dan Pb dalam Air Limbah*. Skripsi. Jakarta: Universitas Negeri Islam Syarif Hidayatullah.
- Atkins, P. W. 1999. *Kimia Fisik. Edisi Ke-4*. Irma I.K. penerjemah. Jakarta: Erlangga. Terjemahan dari: Physical Chemistry.
- Basu, Mousumi., Guha, Arun K., Ray, Lalitagauri. 2017. *Adsorption of Lead on Cucumbar Peel*. Journal of Cleaner Production, 151 (17): 603-615.
- C. Pujiastuti dkk. 2008. *Adsorpsi Logam Timbal Dalam Limbah Elektroplating dengan Sekam Padi*. ISSN. 1978-0427.
- Carolin, C.F., P.Senthil kumar, A.Saravanan, dkk. 2017. *Efficient Techniques for the Removal of Toxic Heavy Metals from Aquatic Environment. A Review*. Journal Environmental Chemical Engineering, JECE:1632.
- Castro, R. S. D, et al. 2011. *Banana Peel Applied to the Solid Phase Extraction of Copper and Lead from River Water: Proconcentration of Metal Ions With A Fruit Waste*. J. American Chemistry Society, 50: 3446-3451.
- Chaber, Radoslaw., Lach, K., Depciuch, J., Szmuc, Kamil., Michalak, E., Raciborska, A., Koziorowska, A., And Cebulski, J. 2017. *Fourier Transform Infrared (FTIR) Spectroscopy Of Paraffin And Deparaffinnized Bone Tissue Samples As A Diagnostic Tool For Ewing Sarcoma Of Bone*. Journal Of Infrared Physics & Technology, INFPHY-2340.
- Dabrowski, A. 2001. *Adsorption From the Theory to Practice*. Advances in Colloid and Interface Science, Vol. 42, pp.