

**ADSORPSI LOGAM ION Cd (II) DALAM LARUTAN
MENGUNAKAN KARBON AKTIF KULIT LENGKENG
(*Euphoria Logana Lour*) DENGAN METODE BATCH**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains



Oleh :

RANDU INDRA GUNAWAN

17036087/2017

**PROGRAM STUDI KIMIA
JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2021**

PERSETUJUAN SKRIPSI

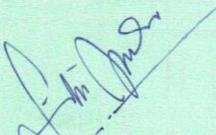
**ADSORPSI LOGAM ION Cd(II) DALAM LARUTAN DENGAN
MENGUNAKAN KARBON AKTIF KULIT LENGKENG (*Euphoria
logana lour*) DENGAN METODE BATCH**

Nama : Randu Indra Gunawan
NIM : 17036087
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, Mei 2021

Mengetahui:
Ketua Jurusan

Disetujui oleh:
Dosen Pembimbing


Fitri Amelia, S.Si, M.Si, Ph.D
NIP. 19800819 200912 2 002


Dr. Desy Kurniawati, S.Pd, M.Si
NIP. 19751122200312 2 003

PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI

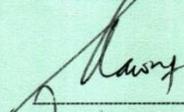
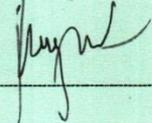
Nama : Randu Indra Gunawan
NIM : 17036087
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

**ADSORPSI LOGAM ION Cd(II) DALAM LARUTAN DENGAN
MENGUNAKAN KARBON AKTIF KULIT LENGKENG (Euphoria
logana lour) DENGAN METODE BATCH**

*Dinyatakan Lulus Setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Program Studi Kimia Jurusan Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang*

Padang, Mei 2021

Tim Penguji

	Nama	Tanda tangan
Ketua	: Dr. Desy Kurniawati, S.Pd, M.Si	
Anggota	: Dr. Mawardi, M.Si	
Anggota	: Dr. Rahadian Zainul Z, S.Pd, M.Si	

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Randu Indra Gunawan
NIM : 17036087
Tempat/Tanggal lahir : Muara Sikabalu/ 29 September 1999
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Judul Skripsi : **Adsorpsi Logam Ion Cd(II) Dalam Larutan Dengan Menggunakan Karbon Aktif Kulit Lengkeng (Euphoria Logana Lour) Dengan Metode Batch**

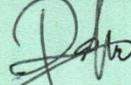
Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Karya tulis/skripsi ini adalah hasil karya saya dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik (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 kepustakaan.
4. Karya tulis/skripsi ini sah apabila telah ditandatangani **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, Mei 2021

Yang menyatakan



Randu Indra Gunawan
NIM : 17036087

Adsorpsi Logam Ion Cd (II) Dalam Larutan Menggunakan Karbon Aktif Kulit Lengkeng (*Euphoria Logana Lour*) Dengan Metode Batch

Randu Indra Gunawan

ABSTRAK

Pada kegiatan industri telah menghasilkan limbah dalam jumlah besar, dan sebagiannya mengandung logam berat. Walaupun alternatif dalam pengelolaan limbah berbahaya telah banyak dilakukan, namun pencemaran limbah logam masih banyak ditemukan. Pencemaran tersebut dapat meningkatkan akumulasi ion logam di lingkungan, sehingga akan mencemari lingkungan disekitarnya dan merusak sistem kesehatan. Ion Cd (II) merupakan salah satu ion logam berbahaya yang dihasilkan dari berbagai limbah industri dan perlu diatasi keberadaan limbahnya. Adsorpsi menggunakan adsorben karbon aktif kulit lengkung terbukti dapat menyerap ion Cd (II). Pada penelitian ini menggunakan metode batch yang menguji variasi pH (2, 3, 4, 5, 6) dan konsentrasi (50, 100, 150, 200, 250, 300, 400) mg/L, kecepatan pengadukan (50, 100, 150, 200, 250) rpm dan waktu kontak (30, 60, 90, 120, 150) menit. Hasil optimum yang diperoleh pada masing-masing variasi adalah pada pH 3 dengan konsentrasi 250 mg/L, kecepatan pengadukan 50 rpm dan waktu kontak 60 menit dengan serapan logam Cd²⁺ sebesar 26.7112 mg/g. Studi isoterm adsorpsi yang dilakukan, persamaan langmuir menghasilkan nilai koefisien regresi yang mendekati satu ($R^2 = 0,9925$) sehingga dapat dikatakan lebih baik dengan kapasitas serapan maksimum sebesar 27,397 mg/g.

Kata Kunci: Adsorpsi, Ion Cd (II), Karbon Aktif, Kulit Lengkeng, Metode Batch

Adsorption of Cd (II) Metal Ion in a Solution Using Activated Carbon Longan Skin (*Euphoria Logana Lour*) Using the Batch Method

Randu Indra Gunawan

ABSTRACT

On activities industry has produced waste in large number, and some contain metal weight. Although many alternatives in hazardous waste management have been implemented, metal waste pollution is still widely found. This pollution can increase the accumulation of metal ions in the environment, thus polluting the environment around him and spoil system health. The Cd (II) ion is one of the hazardous metal ions produced from various industrial wastes and the presence of the waste needs to be addressed. Adsorption using activated carbon adsorbent longan skin is proven to absorb Cd (II) ions. In this study, using a batch method that tests variations in pH (2, 3, 4, 5, 6) and concentration (50, 100, 150, 200, 250, 300, 400) mg / L, stirring speed (50, 100, 150), 200, 250 rpm and contact time (30, 60, 90, 120, 150) minutes. The optimum results obtained for each variation were pH 3 with a concentration of 250 mg / L, stirring speed of 50 rpm and contact time of 60 minutes with Cd metal absorption²⁺ of 26.7112 mg / g. Studies conducted adsorption isotherms, Langmuir equation resulted in the regression coefficient close to unity ($R^2 = 0.9925$) so it can be said to be better at the maximum absorption capacity of 27.397 mg / g.

Keywords: Adsorption, Cd(II) Ion, Activated Carbon, Longan Shell, Batch Method

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji dan Syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“ADSORPSI LOGAM ION Cd (II) DALAM LARUTAN MENGGUNAKAN KARBON AKTIF KULIT LENGKENG (*Euphoria Logana Lour*) DENGAN METODE BATCH”**. Skripsi ini diajukan untuk melengkapi serta memenuhi persyaratan kelulusan dalam rangka memperoleh gelar sarjana S-1 pada Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih atas bimbingan, dorongan dan semangat kepada :

1. Ibu Dr. Desy Kurniawati, S.Pd, M.Si sebagai Dosen Pembimbing
2. Bapak Dr. Rahadian Zainul, S.Pd, M.Si sebagai Dosen Pembahas
3. Bapak Dr. Mawardi, M.Si sebagai Dosen Pembahas
4. Ibu Fitri Amelia, S.Si, M.Si, Ph.D selaku Ketua Jurusan Kimia Universitas Negeri Padang
5. Bapak Budhi Oktavia, S.Si, M.Si, Ph.D, selaku Ketua Program Studi Kimia Jurusan Kimia FMIPA UNP.
6. Kedua orang tua yang telah memberikan semangat dan dorongan kepada penulis secara moril dalam menyelesaikan skripsi ini

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 ucapkan terima kasih.

Padang,

Penulis

DAFTAR ISI

	HALAMAN
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	4
C. Batasan Masalah.....	4
D. Rumusan Masalah.....	4
E. Tujuan Penelitian	5
F. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Adsorpsi	6
B. Lengkeng.....	11
C. Karbon Aktif.....	13
D. Logam Cadmium (Cd^{2+})	16
E. Karakterisasi	18
1. Spektroskopi Fourier Transform-Infrared (FTIR).....	18
2. Spektrofotometri serapan atom (SSA)	19
BAB III METODE PENELITIAN	22
A. Waktu dan Tempat Penelitian	22
B. Variabel Penelitian.....	22
C. Alat dan bahan.....	22
1. Alat	22
2. Bahan.....	23

D. Prosedur penelitian	23
1. Pembuatan reagen.....	23
2. Preparasi sampel.....	23
BAB IV	26
PEMBAHASAN	26
A. Karakterisasi FTIR.....	26
B. Pengaruh pH larutan pada penyerapan logam Cd ²⁺ menggunakan karbon aktif kulit lengkung	28
D. Pengaruh kecepatan pengadukan pada penyerapan logam Cd ²⁺ menggunakan karbon aktif kulit lengkung	33
E. Pengaruh waktu kontak pada penyerapan logam Cd ²⁺ menggunakan karbon aktif kulit lengkung	35
BAB V.....	37
PENUTUP.....	37
A. Kesimpulan	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN.....	42
Lampiran 1. Pembuatan larutan induk Cd 1000 ppm.....	42
Lampiran 2. Preparasi sampel	42
Lampiran 3. Desain penelitian.....	43
Lampiran 4. Pengaruh pH larutan	43
Lampiran 5. Pengaruh konsentrasi larutan.....	44
Lampiran 6. Pengaruh kecepatan pengadukan	44
Lampiran 7. Pengaruh waktu kontak	45
Lampiran 8. Perhitungan pembuatan eagen.....	45
Lampiran 9. Spektrum FTIR karbon aktif kulit lengkung, karbon aktif kulit lengkung teraktivasi dan sesudah pengontakkan logam Cd ²⁺	48
lampiran 10. Data hasil pengukuran penyerapan logam Cd ²⁺	51
lampiran 11. Dokumentasi penelitian.....	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Kulit Lengkeng	11
Gambar 2. (a)karbon aktif dengan dibangun oleh karbon grafit amorf(b)struktur heksagonal layer dari grafit (c) gugus fungsi pada permukaan karbon aktif (Mars & Reinoso, 2006).	14
Gambar 3. Logam Cadmium	17
Gambar 4. Skema kerja instrumen FTIR.....	18
Gambar 5. skema kerja Spektrofotometri serapan atom (SSA).....	20
Gambar 6. spektrum FTIR karbon aktif kulit lengkung, sebelum aktivasi, setelah diaktivasi, dan setelah dikontakkan.....	26
Gambar 7. Pengaruh pH larutan terhadap kapasitas serapan ion logam Cd^{2+} menggunakan karbon aktif kulit lengkung (0,2 gram adsorben, 25 ml larutan Cd^{2+} 50 mg/L, 250 μm ukuran partikel adsorben, 200 rpm selama 30 menit)	29
Gambar 8. Pengaruh konsentrasi larutan terhadap kapasitas serapan ion logam Cd^{2+} menggunakan karbon aktif kulit lengkung (0,2 gram adsorben, 25 ml larutan Cd^{2+} pH optimum 3, 250 μm ukuran partikel adsorben,200 rpm selama 30 menit).....	31
Gambar 9. Isoterm Langmuir	32
Gambar 10. Isoterm Freundlich.....	33
Gambar 11. Pengaruh kecepatan pengadukan larutan terhadap kapasitas serapan ion logam Cd^{2+} menggunakan karbon aktif kulit lengkung (0,2 gram adsorben, 25 ml larutan Cd^{2+} 250 mg/L pH optimum 3, 250 μm ukuran partikel adsorben selama 30 menit)	34

Gambar 12. Pengaruh kecepatan pengadukan larutan terhadap kapasitas serapan ion logam Cd^{2+} menggunakan karbon aktif kulit lengkung (0,2 gram adsorben, 25 ml larutan Cd^{2+} 250 mg/L pH optimum 3, 250 μm ukuran partikel adsorben, kecepatan pengadukan 50 rpm)..... 35

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Stuktur Senyawa Pada Kulit Lengkeng.....	12
Tabel 2. Bilangan Gelombang Dan Interpretasi Spektrum Infrared.....	19
Tabel 3. Perbandingan puncak karbon aktif kulit lengkeng sebelum aktivasi dan setelah aktivasi dengan standart SNI	27

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pada kegiatan industri telah menghasilkan limbah dalam jumlah besar, dan sebagiannya mengandung logam berat. Walaupun alternatif dalam pengelolaan limbah berbahaya telah banyak dilakukan, namun pencemaran limbah logam masih banyak ditemukan. Pencemaran tersebut dapat meningkatkan akumulasi ion logam di lingkungan, sehingga akan mencemari lingkungan disekitarnya dan merusak sistem kesehatan (Roychowdhury et al., 2018).

Logam berat merupakan unsur kimia yang memiliki massa jenis besar dari 5 gr/cm³ (Barus, 2004). Badan Perlindungan Amerika Serikat mengklasifikasikan beberapa logam berat dalam daftar “top 20 hazard ous substance priority list“ diantaranya adalah logam Cadmium (Cd²⁺) termasuk kedalam peringkat ke tujuh. Logam Cadmium (Cd²⁺) merupakan logam berat yang memiliki sifat karsinogen bagi manusia. Cadmium (Cd²⁺) dapat terakumulasi di ginjal dan dapat menyebabkan disfungsi organ ginjal dan Cadmium (Cd²⁺) dapat juga mengganggu sistem rangka manusia karena menyebabkan osteoporosis dan juga mengakibatkan kanker paru-paru (WHO, 2010). Keracunan kadmium telah terjadi diseluruh dunia misalnya menyebabkan lebih dari 100 kematian dijepang dari tahun 1922 hingga 1965 dan kontaminasi logam kadmium terjadi di lebih 8% bahan berbahaya pada limbah di Amerika Serikat (Kirkham, 2006). Kadmium merupakan logam bersifat toksik, dalam Keputusan Menteri Lingkungan Hidup

No.51 tahun 2004 mengatakan bahwa baku mutu logam Kadmium adalah 0.001 mg/L.

Oleh sebab itu, pengelolaan limbah yang mengandung logam berat diperlukan dan beberapa metode yang dapat dilakukan yaitu pengendapan, penukaran ion, penguapan, oksidasi, dan filtrasi membran, adsorpsi (Kurniawati, *et al.*, 2016). Diantara beberapa metode, adsorpsi merupakan salah satu teknik pemurnian dan pemisahan yang sangat efektif dalam industri karena dianggap lebih ekonomis dalam pengolahan air limbah dan merupakan teknik yang biasa digunakan untuk mereduksi ion logam berat dalam air limbah.

Salah satu upaya dalam mengatasi pencemaran ion logam Cd^{2+} adalah dengan penggunaan karbon aktif sebagai adsorben. Seperti yang diteliti oleh Ahn dkk., (2009) dimana penggunaan karbon aktif komersial dapat mengadsorpsi ion logam Cd^{2+} hingga 0,165 mmol/g. Karbon aktif merupakan mineral atau zat penyerap (adsorben) memiliki kemampuan mengikat dan mempertahankan ion atau gas di dalamnya dalam sistem adsorpsi pada padatan (Rasjiddin, 2006). Karbon aktif mampu mengadsorpsi anion, kation, dan molekul dalam senyawa organik atau anorganik, serta memiliki sifat penyerapan pada bahan-bahan non polar (Pari, 1996). Selain karbon aktif komersial, peneliti juga membuat karbon aktif dari material bahan alam. Karbon aktif yang terbuat dari bahan alam dikenal dengan biosorben. Pemanfaatan karbon aktif dari bahan alam ini sangat ramah lingkungan dan relatif lebih murah dari karbon aktif komersial sehingga peneliti banyak menggunakan biosorben untuk mengadsorpsi logam berat.

Penelitian tentang memanfaatkan karbon aktif dari material bahan alam sudah lama dilakukan dan dikembangkan, seperti pemanfaatan kulit kacang (Tajar et al., 2009), tempurung biji nyamplung (Fadilah, 2013), dan kulit salak (Vincent, 2015). Pengembangan material dari bahan alam atau limbah pertanian merupakan cara alternatif untuk mengatasi masalah lingkungan (Santoso, 2005).

Salah satu limbah pertanian yang masih kurang dalam pemanfaatannya yaitu limbah kulit lengkeng. Lengkeng merupakan buah yang sangat digemari yang memiliki rasa manis. Kulit lengkeng sendiri mengandung senyawa saponin, asam galat, glikosida flavon, dan hidroksinamat dengan kandungan utama flavon berupa kuersetin dan kaemferol (Wang et al., 2016). Komponen kulit lengkeng tersebut mempunyai gugus fungsi yang memiliki kemampuan yang sangat baik untuk menyerap ion logam dalam larutan berair (Huang et al., 2010).

Penelitian-penelitian mengenai biosorpsi menggunakan kulit lengkeng telah dilakukan oleh (Kurniawati et al., 2015) dan (Kurniawati, Lestari, Sy, Aziz, et al., 2016) yaitu dengan penyerapan ion logam Cu^{2+} pada biji dan kulit berturut-turut 3,734 dan 7,513 mg/g serta pada logam Pb berturut-turut pada biji dan kulit lengkeng sebesar 3,32 dan 4,1 mg/g. Hal ini dapat dilihat dari hasil yang diperoleh bahwa senyawa bioaktif yang terdapat pada kulit lengkeng tersebut dapat menyerap logam dengan baik. Akan tetapi belum ada penelitian yang memanfaatkan karbon aktif dari kulit lengkeng.

Berdasarkan penelitian tersebut maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang biosorben karbon aktif dari lengkeng yang diaktivasi untuk menyerap ion logam Cd^{2+} menggunakan metoda batch dengan harapan dapat

menghasilkan penyerapan yang lebih baik. Parameter yang dilakukan yaitu variasi pH, konsentrasi, kecepatan pengadukan, waktu kontak.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, dapat diidentifikasi beberapa masalah

Sebagai berikut :

1. Limbah ion logam Cd^{2+} dapat mencemari lingkungan sehingga perlu diatasi.
2. Keberadaan limbah kulit lengkung yang belum banyak dimanfaatkan dengan baik.

C. Batasan Masalah

Adapun yang menjadi batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Kondisi optimum untuk pH (2, 3, 4, 5, 6,), konsentrasi larutan (50, 100, 150, 200, dan 250) mg/L, kecepatan pengadukan (50, 100, 150, 200, 250) pm dan waktu kontak (30, 60, 90, 120, 150) menit.
2. Kapasitas serapan maksimum karbon aktif dari kulit lengkung terhadap ion logam Cd^{2+} dianalisa dengan menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom

D. Rumusan Masalah

1. Bagaimana kondisi optimum penyerapan ion logam Cd^{2+} terhadap pengaruh variasi pH, konsentrasi, kecepatan pengadukan dan waktu kontak terhadap daya serap karbon aktif dari kulit lengkung?

2. Berapa nilai kapasitas serapan maksimum karbon aktif dari kulit lengkung terhadap ion logam Cd^{2+} ?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang ada maka penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menentukan keadaan penyerapan optimum logam Cd^{2+} dari masing-masing parameter yang digunakan.
2. Menentukan penyerapan maksimum karbon aktif dari kulit lengkung terhadap ion logam Cd^{2+} dengan metoda batch.

F. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Dapat memberikan informasi kepada pembaca mengenai karbon aktif dari kulit lengkung sebagai biosorben untuk menyerap ion logam Cd^{2+}
2. Dapat memanfaatkan limbah kulit lengkung.
3. Dapat mengatasi masalah pencemaran limbah ion logam Cd^{2+}

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. 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 tanpa meresap ke dalam.

Karena tarikan atom atau molekul pada permukaan padat tidak seimbang, proses adsorpsi dapat terjadi. Dengan adanya gaya ini, padatan cenderung menarik molekul lain (baik dalam fase gas atau fase larutan) yang bersentuhan dengan permukaan padat ke permukaannya. Akibatnya konsentrasi molekul di permukaan menjadi lebih besar dari pada fasa gas atau zat terlarut dalam larutan. Giles dalam Osipow (1962) percaya bahwa tarikan van der Waals, pembentukan ikatan hidrogen, pertukaran ion dan pembentukan ikatan kovalen bertanggung jawab untuk adsorpsi.

Adsorpsi dapat terjadi antara faseipadat-cair, faseipadat-gas atau faseigas-cair. Molekul yang menempel pada antarmuka disebut adsorbat, dan permukaan yang menyerap molekul adsorbat disebut adsorben. Pada proses adsorpsi, interaksi antara adsorben dan adsorbat hanya terjadi pada permukaan adsorben. Adsorpsi merupakan suatu bayangan pada permukaan, sehingga semakin besar luas permukaan maka semakin banyak zat yang akan teradsorpsi. Namun, adsorpsi masih bergantung pada sifat adsorben.

Proses adsorpsi melibatkan 2 fase yaitu :

1. Fasa cair yang mengandung spesies terlarut untuk diserap (sorbat)

2. Fasa padat (sorben atau biosorben, bahan biologis) (Ahalya, et al, 2003)

Proses adsorpsi ini dapat dilakukan menggunakan dua sistem, yakni pertama sistem statis (batch) dan yang kedua sistem kontinu (coloum) (Ungureanu, 2017).

a. Sistem batch

Proses sistem ini dilakukan dengan memasukan biosorben ke dalam larutan kemudian diaduk dengan larutan beberapa saat. Selanjutnya dipisahkan antara biosorben dan larutan dengan penyaringan. Komponen yang diserap dapat terlepas kembali dengan melarutkan kembali biosorben dengan pelarut tertentu dengan volume lebih sedikit dari volume larutan awal. Tujuan dari sistem batch ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik adsorben dan adsorbat (Santoso, 2007).

b. Sistem coloum

Proses penyerapan dilakukan dengan metoda aliran kontinu didalam kolom masa tetap (*fixed bed column*). Metode aliran kontinu ini menggambarkan performa kolom aliran kontinu menggunakan variabel laju alir dan tinggi massa biosorben yang nantinya akan digunakan pada *scala up* dalam aplikasi penyerapan ion logam (Acheampong et al., 2013).

Adsorben merupakan suatu zat yang memiliki sifat mengikat pada permukaannya dan sifat ini menonjol pada padatan yang berpori (Atkins, 1999). Beberapa syarat yang harus dipenuhi oleh adsorben antara lain: zat padat dengan kapasitas adsorpsi besar dan luas permukaan besar Adsorben tidak dapat larut

dalam zat yang akan diadsorpsi, tidak bereaksi secara kimiawi dengan campuran yang akan dimurnikan, mudah beregenerasi dan tidak beracun. (Ibrahim, 2011).

Pelekatan adsorbat pada adsorben terjadi akibat adanya tekanan/gaya yang mengikat adsorbat dari cairan ke permukaan adsorben. Secara sederhana, (Sihotang, 2009) menggambarkan mekanisme adsorpsi sebagai berikut: (1) adsorbat berdifusi ke permukaan luar adsorben (difusi eksternal), (2) sebagai besar adsorbat tersebut berdifusi ke dalam pori-pori adsorben (difusi internal), (3) apabila adsorben telah mencapai kondisi jenuh atau mendekati jenuh akan terbentuk dua kemungkinan; terbentuk lapisan adsorpsi kedua (multilayer) atau tidak terbentuk multilayer, sehingga adsorbat yang belum teradsorpsi berdifusi keluar pori dan kembali ke cairan yang membawanya.

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

a) Adsorpsi Fisika

Fisorpsi 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 reversibel atau bolak-balik (Sari, 2016). Adsorpsi fisika berlangsung cepat, sehingga molekul yang teradsorpsi mudah diputuskan atau dilepaskan kembali dengan cara menurunkan tekanan zat terlarut, dan adsorpsi fisika ini dapat membentuk beberapa lapisan (Apriliani, 2010).

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

Isoterm adsorpsi adalah suatu metode yang terjadi ketika kesetimbangan konsentrasi antara adsorben terhadap adsorbat sama dengan laju pelepasannya. Isoterm adsorpsi dapat dipakai dalam mengetahui mekanisme adsorpsi serta kapasitas adsorpsi suatu adsorben terhadap kontaminan. Adsorpsi fasa padat-cair biasanya menggunakan persamaan langmuir dan freundlich (Mulyana et al, 2003).

1. Isoterm langmuir

Langmuir menjelaskan bahwa di permukaan biosorben terdapat pusat aktif (*active site*) yang sebanding dengan luas biosorben. Di setiap pusat aktif hanya dapat menyerap satu molekul. Penyerapan kimia terjadi jika terbentuk ikatan kimia antara molekul terserap dengan pusat aktif penyerap, membentuk lapisan tunggal pada permukaan penyerap (*monolayer adsorption*). Ikatan antara zat yang diserap dan penyerap dapat terjadi secara fisik maupun kimiawi. Ikatan harus cukup kuat untuk mencegah molekul yang diserap bergeser di sepanjang permukaan penyerap. Adapun persamaan sebagai berikut:

$$C_e / q_e = c_e / q_m + 1 / KI \cdot q_m$$

dimanai:

c_e = konsentrasi kesetimbangan logam dalam larutan (mg/L)

q_e = jumlah logam yang terserap saat kesetimbangan (mg/g)

q_m = kapasitas serapan maksimum teoritis (mg/g)

KI = konstanta langmuir (L/mg)

2. Isoterm freundlich

Adsorpsi isoterm freundlich adalah persamaan yang menunjukkan hubungan antara jumlah zat yang terserap dengan konsentrasi zat dalam larutan (Mawardi, 2002) dan dinyatakan pada persamaan:

$$\ln q_e = \ln K_f + 1/n C_e$$

Dimanai:

q_e = jumlah logam yang terserap saat kesetimbangan (mg/g)

C_e = konsentrasi kesetimbangan logam dalam larutan (mg/L)

K_f = parameter kesetimbangan (mg/g)

N = parameter empiris

Isoterm adsorpsi freundlich mengadopsi adsorpsi multilayer pada permukaan heterogen (Chi, et al, 2017). Persamaan tersebut dapat menjelaskan penyerapan atau koefisien distribusi dan memberikan jumlah banyaknya adsorbat untuk mencapai kesetimbangan konsentrasi (Yasim et al., 2016)

B. Lengkeng

Lengkeng (*Euphoria longan lour*) merupakan buah subtropis yang banyak ditanaman di Indonesia, China dan wilayah Asia Tenggara lainnya seperti Thailand, Vietnam dan Filipina. Lengkeng merupakan famili dari rambutan (*Nephelium lappaceum*), kapulasan (*Nephelium mutabile*) dan leci (*Nephelium litchi* atau litchi Sinesis). Lengkeng diklasifikasikan dalam Sapindaceae, nama ilmiah *longana*, *euphoria longan stred*, *nophelium camp* (Mopoung, 2008). Pada daerah China, lengkung biasa digunakan sebagai bahan obat-obatan seperti obat sakit perut, obat penurun panas dan sebagai penawar acun. Pada lengkung kering juga bisa dipakai sebagai pengobatan insomnia (Penyathep et al, 2013). Dalam lengkung juga telah ditemukan bahwa memiliki sifat farmakologi yang bisa sebagai anti kanker (Yang et al, 2003).



Gambar 1. Kulit Lengkeng

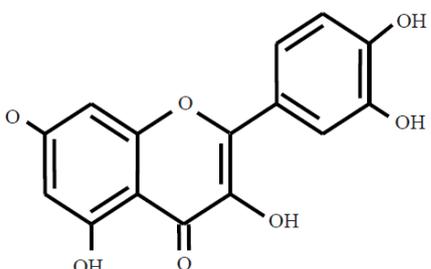
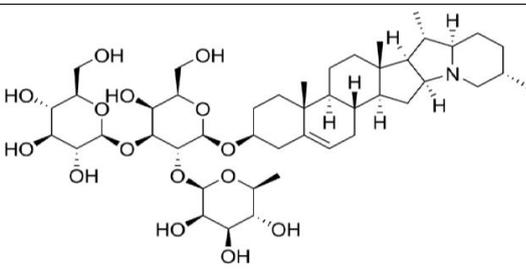
Klasifikasi lengkung sebagai berikut :

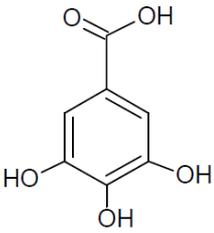
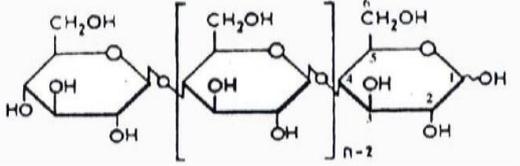
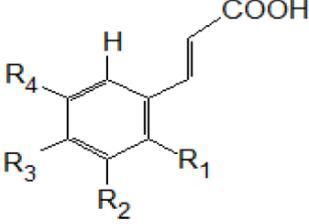
- Kingdomi : Plantae
- Divisii : Magnoliophyta
- Kelasi : Magnoliopsida

Subkelas : osidae
 Ordoi : Sapindece
 Genusi : *Euphoria*
 Jenis : *Euohorio Longan Lour*

Kulit lengkung mengandung senyawa fenolik dan saponim. Selain fenolik dan saponin kulit lengkung juga mengandung asam galat, glikosida flavon dan hidroksinamat dengan kandungan utama flavon berupa kuersetien dan kaemferol (Wang et al., 2016). Gugus fungsional yang terdapat pada komponen senyawa tersebut seperti: N–H, O–H, C=O, dan COOH (Guo et al., 2018). Komponen kulit lengkung tersebut memiliki kemampuan yang sangat baik untuk menyerap ion logam dalam larutan berair (Huang et al, 2010).

Tabel 1. Stuktur Senyawa Pada Kulit Lengkung

No	Nama senyawa	Struktur
1	Flavanoid	 <p>(Redha, 2010)</p>
2	Saponin	 <p>(Minarno, 2016)</p>

3	Asam galat	 <p>(Martono & Martono, 2012)</p>
4	Selulosa	 <p>(Mohadi et al., 2014)</p>
5	Asam hidrosinamat	 <p>(Rahayu, 2012)</p>

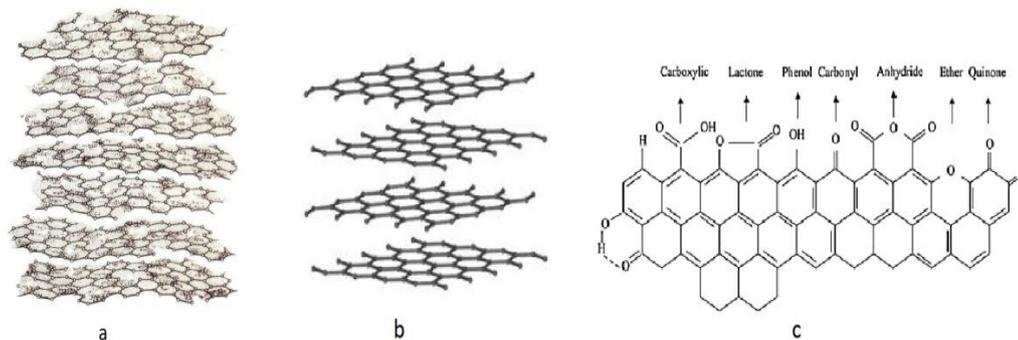
C. Karbon Aktif

Karbon aktif adalah padatan yang memiliki pori dimana didalamnya terdapat 85-95% karbon. Karbon aktif selain berfungsi untuk bahan bakar, juga dapat berfungsi sebagai absorben (penyerapan).

Luas permukaan karbon aktif adalah 300-3500 meter persegi / g, yang terkait dengan struktur pori internal, yang mengarah pada kinerja karbon aktif sebagai penyerap. Karbon aktif dapat menyerap gas dan senyawa tertentu atau karakteristik adsorpsi selektif, yang bergantung pada besar volume pori dan luas

permukaan. Kapasitas penyerapan karbon aktif adalah 25-100% dari berat karbon aktif (Sembiring, 2003).

Karbon aktif berbentuk butiran (butiran) dan bubuk. Ukuran partikel karbon aktif bubuk halus adalah 5-10 μ m, sedangkan ukuran partikel karbon aktif garam adalah 0.8-1.2mm.(Mars et al, 2006). Karbon aktif penyusun utamanya ialah karbon. Karbon aktif juga mengandung komponen lain seperti oksigen, hidrogen, nitrogen, dan belerang (sulfur). Komponen ini berasal dari bahan mentah atau proses yang berhubungan dengan karbon selama aktivasi dan prosedur preparasi. Komposisi karbon aktif pada umumnya adalah 88% C, 6-7% O, 0,5% H, 0,5% N, dan 1% S. Unsur-unsur ini berikatan dengan gugus fungsi seperti fenol, karboksil, dan juga eter (Murti, 2008). Gugus fungsi ini yang menjadikan permukaan karbon aktif reaktif secara kimia dan dapat mempengaruhi sifat adsorpsinya.



Gambar 2. (a) karbon aktif dengan dibangun oleh karbon grafit amorf (b) struktur heksagonal layer dari grafit (c) gugus fungsi pada permukaan karbon aktif (Mars & Reinoso, 2006).

Kualitas karbon aktif ditentukan melalui beberapa uji yaitu kadar abu, kadar air, kadar zat penguap maksimal, kadar karbon terikat minimal dan daya serap iodin

Jenis uji	Persyaratan	
	butiran	Serbuk
Kadar air	Maks 4,5%	Maks 15%
Kadar abu	Maks 2,5%	Maks 10%
Kadar zat menguapi	Maks 15%	Maks 25%
Kadar karbon terikat minimal	Maks 80%	Maks 65%
Daya serap terhadap iodi	Min.750 mg/g	Min. 750 mg/g

Sumber : (LIPI,1997)

Adapun tahap-tahap pembentukan karbon aktif sebagai berikut:

1) Pemilihan bahan baku

Berbagai jenis bahan dapat dijadikan sebagai karbon aktif, asalkan pada bahan tersebut terkandung di dalamnya unsur karbon (C). Selain itu, terdapat beberapa kriteria penting lain yang harus dimiliki bahan agar dapat dijadikan sebagai karbon aktif diantaranya :

- Mudah untuk didapatkan dan pastinya murah
- Memiliki kandungan unsur anorganik yang rendah
- Memiliki daya tahan yang baik
- Mudah untuk diaktifkan

2) Dehidrasi

Pada proses ini bertujuan agar kandungan air yang terdapat pada bahan menjadi hilang, yaitu dengan cara menjemur bahan tersebut dengan sinar matahari atau pemanasan di dalam oven sampai didapatkan berat yang konstan. Sehingga

nantinya bahan menjadi kering akibat dari hilangnya kandungan air yang terdapat di dalamnya (Tumimomor et al., 2017).

3) Karbonisasi

Proses selanjutnya adalah karbonisasi, yaitu proses pengkarbonan bahan pada suhu yang telah ditentukan dengan jumlah oksigen terbatas atau dikenal dengan pirolisis. Adapun tujuan karbonisasi yaitu menghilangkan kandungan zat-zat mudah menguap yang dapat menutupi pori-pori pada karbon sehingga dengan hilangnya zat-zat tersebut pori-pori pada karbon mulai terbuka.

Proses dihentikan ketika asap yang dihasilkan saat proses pengkarbonan sudah tidak ada lagi. Pemanasan pada suhu yang terlalu tinggi akan membuat bahan menjadi abu sehingga menutupi bagian pori-pori serta luas permukaannya semakin kecil (Arsad, 2010).

4) Aktivasi

Proses terakhir adalah aktivasi bertujuan untuk memperbanyak jumlah pori pada karbon sehingga daya adsorpsi semakin meningkat. Saat proses karbonisasi tentunya masih terdapat sisa zat-zat yang melekat pada karbon sehingga dengan dilakukannya aktivasi akan membuka, memperbesar volume, dan menambah pori pada karbon akibat dari hilangnya sisa zat-zat tersebut (Kristianto, 2017).

D. Logam Cadmium (Cd^{2+})

Logam Cd^{2+} merupakan salah satu logam berat memiliki berat molekul 112,41 g/mol dengan densitas 8,65 mg/l dengan tingkat keelektonegatifan sebesar 1. Kadmium adalah logam berwarna putih keperakan, lembut, berkilau, tidak larut dalam basa, mudah bereaksi, dan menghasilkan oksida kadmium saat dipanaskan. Ditemukan bahwa cadmium (Cd^{2+}) digabungkan dengan klor (Cd^{2+} klorida) atau

belerang (Cd^{2+} sulfid). Kadmium membentuk Cd^{2+} yang tidak stabil. Cd^{2+} nomor atom 48, titik lebur 321°C . Titik didih 767°C , kepadatan $8.65 \text{g} / \text{cm}^3$ (Widowati, 2008).

Logam Cd^{2+} berfungsi dalam elektrolisis, bahan pigmen pada industri cat, enamel dan plastik. Logam Cd^{2+} adalah logam yang bersifat acun dan membahayakan organisme makhluk hidup dan juga bahaya bagi manusia. Pada suatu badan perairan, kelarutan Cd^{2+} melebihi konsentrasi tertentu akan membunuh biota perairan. Ion logam Cd^{2+} akan terjadi proses biotransformasi dan biokumulasi pada organisme hidup (tumbuhan, hewan, dan manusia).

Pada lingkungan bersifat basa, kadmium mengalami hidrolisis, teradsorpsi oleh padatan tersuspensi dan terbentuk ikatan kompleks dengan bahan organik. Di perairan alami, Cd^{2+} terbentuk ikatan kompleks dengan ligan, baik organik ataupun anorganik, yaitu Cd^{2+} , $\text{Cd}(\text{OH})^+$, CdCl^+ , CdSO_4 , CdCO_3 dan Cd organik (Sanusi, 2006).



Gambar 3. Logam Cadmium

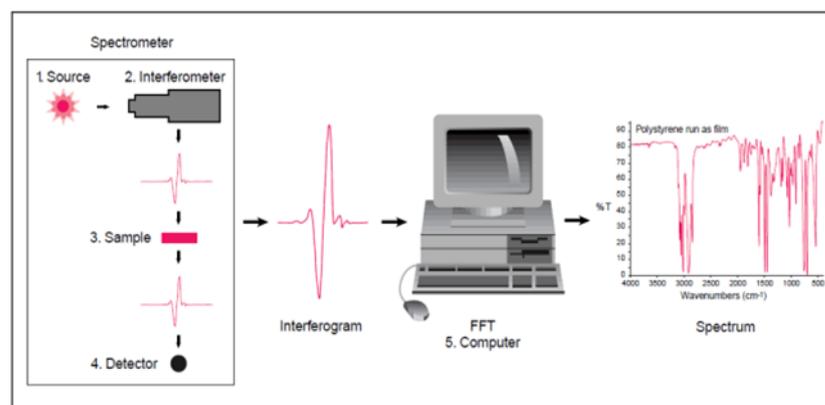
Keracunan kadmium akut diakibatkan menghirup asap dan debu dimana terkandungnya kadmium. Garam kadmium tertelan dapat mengakibatkan mual, muntah, diare, dan kejang perut. Kadmium mengakibatkan nefrotoksisitas (toksik

ginjal. Keracunan kadmium kronis dapat mengakibatkan gangguan kardiovaskuler dan hipertensi. Hal ini diakibatkan tingginya afinitas jaringan ginjal terhadap kadmium (Darmono, 2001).

E. Karakterisasi

1. Spektroskopi Fourier Transform-Infrared (FTIR)

Spektroskopi FTIR (*Fourier transform infrared*) merupakan metode spektroskopi inframerah modern yang dilengkapi dengan teknik transformasi *fourier* untuk mendeteksi dan menganalisa hasil spektrumnya. Metode spektroskopi FTIR dapat dipakai dalam diidentifikasi senyawa, spesifiknya yaitu pada senyawa organik baik secara kualitatif dengan mengamati puncak-puncak spesifikasi pada spektrum yang menggambarkan jenis gugus fungsional dalam senyawa, maupun kuantitatif dengan menggunakan senyawa standart yang dibuat spektrumnya pada berbagai variasi konsentrasi (Puspitasari, 2012).



Gambar 4.Skema kerja instrumen FTIR

Prinsip kerja dari FTIR berdasarkan gambar diatas adalah interferometer memiliki *beamsplitter* yang berfungsi sebagai pembagi sinar inframerah menjadi dua bagian sinar optik. Salah satu sinar optik akan dipantulkan menuju cermin yang digerakkan menjauh dan mendekat *beamsplitter*. Kedua sinar tersebut akan

kembali ke *beamsplitter* dan dikeluarkan dari inforometer berbentuk interferogram yang merupakan hasil dari dua sinar yang saling menguatkan satu sama lain. Sinyal ini kemudian dilewatkan pada sampel yang diuji sehingga sinyal yang ditransmisikan oleh sampel akan ditangkan oleh detektor. Sinyalnya akan diproses pada komputer melalui kalkulasi matematis yang disebut *fourier transformation* (Ningsih, 2016). Sedangkan menurut Puspitasari (2012) prinsip kerja dari instrumen FTIR yakni berdasarkan jumlah penyerapan sinar oleh suatu sampel. Apabila suatu sampel dilewati oleh adiasi inframerah, makaimolekul-molekulnya akan mengadsorpsi energi dan terjadi transisi antara tingkat vibrasi dasar (*groundistate*) dan tingkat vibrasi tereksitasi (*exite state*) yang akan memberikan informasi mengenai gugus fungsional suatu molekul.

Tabel 2. Bilangan Gelombang Dan Interpretasi Spektrum Infrared

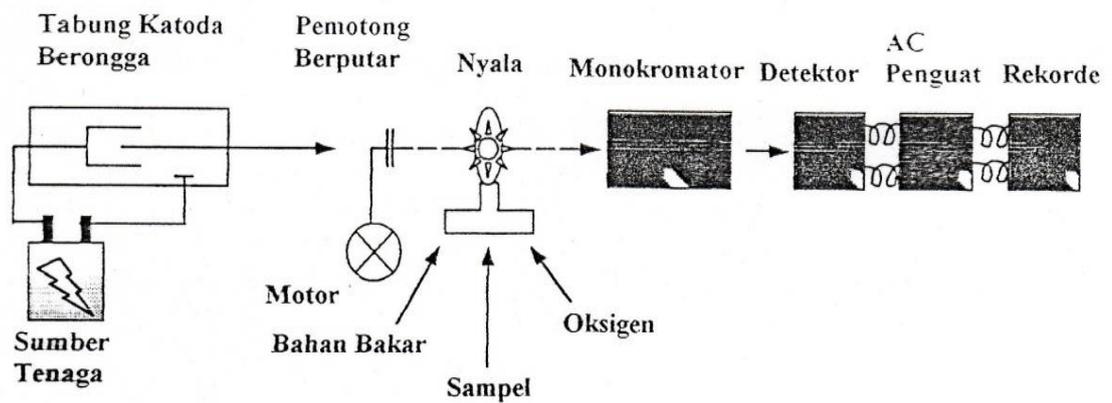
Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)	Gugus Fungsi
3750-3000	O-H, N-H stretching
3000-2700	C-H stretching (-CH ₃ , -CH ₂ , C-H)
2400-2100	-C≡C-, C≡N
1900-1650	C=O (aldehid, amida, ester)
1675-1500	C=O stretching (aromatik dan alifatik), C=N
1475-1300	C-H bending vibration
1000-650	C=C-H, C-X (X=F, Cl, Br and I)

Sumber : (Jhon Coates In Encyclopedia Of Analytical Chemistry, 2003)

2. Spektrofotometri serapan atom (SSA)

Spektrofotometer serapan atom merupakan metode analisis yang digunakan untuk menentukan 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 5. skema kerja Spektrofotometri serapan atom (SSA)

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

$$A = \epsilon \cdot b \cdot c$$

Dimana :

A = absorbansi

b = panjang medium

c = konsentrasi atom yang menyerap sinar

ϵ = absortivitas molar

Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa laju absorpsi cahaya sebanding dengan konsentrasi atomnya.

Pada penentuan kapasitas penyerapan sampel pada adsorben yang telah diadsorpsi dapat dihitung dengan persamaan :

$$Q = \frac{(C_o - C_f)}{w} V$$

Dimana :

Q = jumlah ion logam yang terserap (mg adsorbat/g adsorban)

C_o = konsentrasi awal ion logam dalam larutan (mg/L)

C_f = konsentrasi akhir ion logam yang telah setimbang (mg/L)

V = volume larutan ion logam (L)

W = jumlah biosorben yang ditambahkan (gram)

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka didapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Karbon aktif kulit lengkung dapat digunakan sebagai adsorben untuk menyerap ion logam Cd^{2+} dengan nilai penyerapan logam Cd^{2+} optimum yang didapatkan pada keadaan pada pH 3, konsentrasi 250 mg/L, kecepatan pengadukan 50 rpm, dan waktu kontak 60 menit dengan jumlah serapan logam ion Cd^{2+} sebesar 26.7112 mg/g
2. Penyerapan maksimum yang didapatkan dari penyerapan ion logam Cd^{2+} dengan menggunakan karbon aktif kulit lengkung yaitu sebesar 27,397 mg/g dengan nilai $R^2 = 0,9925$ menggunakan persamaan langmuir.

B. Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya :

1. Melakukan penelitian untuk menyerapan ion logam lainnya selain menggunakan ion logam Cd^{2+} dengan menggunakan karbon aktif kulit lengkung
2. Melakukan penelitian penyerapan logam Cd^{2+} dengan menggunakan karbon aktif kulit lengkung dengan metode kolom

DAFTAR PUSTAKA

- Acheampong, M. A., Pakshirajan, K., Annachhatre, A. P., & Lens, P. N. L. (2013). Journal Of Industrial And Engineering Chemistry Removal Of Cu (II) By Biosorption Onto Coconut Shell In Fixed-Bed Column Systems. *Journal Of Industrial And Engineering Chemistry*, 19(3), 841–848. <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2012.10.029>
- Ahalya, N., Ramachandra, T. V., Dan Kanamadi, R. D. (2003). Biosorption Of Heavy Metals. *Research Journal Of Chemistry And Environment*.
- Arsad, E. (2010). Teknologi Pengolahan Dan Pemanfaatan Karbon Aktif Untuk Industri. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*. <https://doi.org/10.24111/jrihh.v2i2.1146>
- Atkins, P. W. (1999). *Kimia Fisika Edisi Keempat Jilid 2*. Jakarta. Erlangga
- Barus, T. A. (2004). Pengantar Limnologi: Studi Tentang Ekosistem Air Darat. *Program Studi Biol. Fmipa Usu*
- Chi, T.D. Trang, D.T., Dan Minh, T. Le. (2017). *The Removal Of Pb (II) And Cr (VI) From Aqueous Solution By Longan Skin Adsorbent*. 4863(December), 9–15.
- Darmono. (2001). *Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. Jakarta. Ui-Press
- Fadilah, N. (2013). Penurunan Kadar Ion Cd Dalam Larutan Menggunakan Karbon Aktif Dari Tempurung Biji Nyamplung (*Calophyllum Inophyllum* L). *Thesis*. Institut Teknologi Sepuluh November
- Guo, X., Tang, S., Song, Y., & Nan, J. (2018). Adsorptive Removal Of Ni²⁺ And Cd²⁺ From Wastewater Using A Green Longan Hull Adsorbent. *Adsorption Science And Technology*, 36(1–2), 762–773. <https://doi.org/10.1177/0263617417722254>
- Huang, M.R. Li, S., Li, X. G. (2010). Longan Shell As Novel Biomacromoleculer Sorbent For Highly Selective Removal Of Lead And Mercury Ions. *J. Phys Chem B*, 114 (10), 3534–3542.
- Huang, M., Li, S., Li, X., & Fax, E. P. (N.D.). *Longan Shell As Novel Biomacromoleculer Sorbent For Highly Selective Removal Of Lead And Mercury Ions Supporting Information*. 1–3.
- Ibrahim, W. M. (2011). Biosorption Of Heavy Metal Ions From Aqueous Solution By Red Macroalgae. *Journal Of Hazardous Materials*, 192(3), 1827–1835. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2011.07.019>
- Jhon, C. (2003). *Interpretation Of Infra Red Spectra, A Partical Approach*. Usa. Encyclopedia Of Analytical Chemistry
- Kirkham, M. B. (2006). Cadmium In Plants On Polluted Soils: Effects Of Soil Factors, Hyperaccumulation, And Amendments. *Geoderma*, 137(1–2), 19–