

**IMMOBILISASI KULIT LANGSAT (*Lansium domesticum*)
MENGUNAKAN NATRIUM SILIKAT TERHADAP
PENYERAPAN ION LOGAM Pb(II)**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains*



Oleh

Fani Oktadefi

17036074/ 2017

PROGRAM STUDI KIMIA

JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2021

PERSETUJUAN SKRIPSI

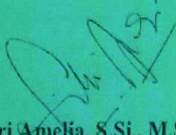
IMMOBILISASI KULIT LANGSAT (*Lansium domesticum*) MENGUNAKAN NATRIUM SILIKAT TERHADAP PENYERAPAN ION LOGAM Pb(II)

Nama : Fani Oktadefi
NIM : 17036074
Program Studi : Kimia (NK)
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, September 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. 19751122 200312 2 003

PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI

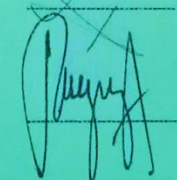
Nama : Fani Oktadefi
NIM : 17036074
Program Studi : Kimia (NK)
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

IMMOBILISASI KULIT LANGSAT (*Lansium domesticum*) MENGUNAKAN NATRIUM SILIKAT TERHADAP PENYERAPAN ION LOGAM Pb(II)

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

Padang, September 2021

Tim Penguji

	Nama	Tanda tangan
Ketua	: Dr. Desy Kurniawati, S.Pd., M.Si	
Anggota	: Fitri Amelia, S.Si., M.Si., Ph.D	
Anggota	: Dr. Rahadian Z, S.Pd., M.Si	

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Fani Oktadefi
NIM : 17036074
Tempat/Tanggal lahir : Air Santok/10 Oktober 1999
Program Studi : Kimia (NK)
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Judul Skripsi : **Immobilisasi Kulit Langsung (*Lansium domesticum*) Menggunakan Natrium Silikat Terhadap Penyerapan Ion Logam Pb(II)**

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, September 2021
Yang menyatakan



Fani Oktadefi
NIM : 1703674

Immobilisasi Kulit Langsung (*Lansium domesticum*) menggunakan Natrium Silikat terhadap Penyerapan Ion Logam Pb(II)

Fani Oktadefi

ABSTRAK

Logam berat seperti timbal yang berbahaya bagi lingkungan banyak ditemukan di perairan limbah industri. Salah metoda yang bisa digunakan untuk menghilangkan timbal adalah biosorpsi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi optimum penyerapan Pb^{2+} dan kapasitas serapan maksimum. Kulit langsung digunakan sebagai biosorben dan diimmobilisasi dengan natrium silikat. Pada penelitian ini digunakan metode *batch* dengan variasi pH, konsentrasi, ukuran partikel, waktu kontak dan kecepatan pengadukan. pH optimum adalah 3, sementara itu konsentrasi Pb^{2+} 300 mg/L, ukuran partikel 150 μm , waktu kontak 60 menit dan kecepatan pengadukan 200 rpm. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kulit langsung dapat menyerap Pb^{2+} dalam larutan.

Keyword: Biosorpsi, Pb(II), kulit langsung, immobilisasi, metode *batch*

Immobilization of Langsat Shell (*Lansium domesticum*) using Sodium Silicate to Pb(II) Metal Ion Adsorption

Fani Oktadefi

ABSTRACT

Heavy metals, lead, which is harmful for environment are mostly founded in industrial waste water. One of the method that can be used to recover lead is biosorption. The purpose of this research was to determine the optimum adsorption condition of Pb^{2+} and maximum adsorption capacity. Langsat shell was used as biosorbent and immobilized with sodium silicate. In this study used the batch method with variations pH, concentration, particle size, contact time and stirring speed. The optimum pH was 3, meanwhile concentration of Pb^{2+} 300 mg/L, particle size 150 μm , 60 minutes of contact time and 200 rpm of stirring speed with maximum adsorption capacity was 30,303 mg/g. This study indicate that the langsat shell can adsorb Pb^{2+} in solution.

Keyword: Biosorption, Pb (II), langsat shell, immobilization, batch method

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu, karna penyusunan skripsi ini tidak terlepas dukungan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih atas bimbingan, petunjuk dan bantuan serta dorongan dari berbagai pihak baik bersifat moral maupun materil kepada:

1. Kedua orang tua yang sangat saya cintai, Ayahanda Mawardi dan Ibunda Yunimar yang telah memberikan semangat, doa dan segala dukungannya baik berupa moral dan materil.
2. Kedua kakakku tercinta, Abdi Marwan dan Astri Wahyuni, A.Md.Kep yang senantiasa memberikan semangat, doa serta segala dukungannya baik berupa moral dan materil.
3. Ibu Dr. Desy Kurniawati, S.Pd., M.Si selaku dosen pembimbing yang senantiasa membimbing penulis dengan penuh kesabaran dan memberikan banyak masukan kepada penulis.
4. Ibu Fitri Amelia, S.Si., M.Si., Ph.D selaku Ketua Jurusan Kimia Universitas Negeri Padang sekaligus pembimbing akademik dan dosen pembahas.
5. Bapak Budhi Oktavia, M.Si., Ph.D selaku Ketua Program Studi Kimia Universitas Negeri Padang.
6. Bapak Dr. Rahadian Z., S.Pd., M.Si selaku dosen pembahas
7. Dosen dan tenaga pendidikan Kimia FMIPA UNP.
8. Bapak dan ibu staff akademik FMIPA UNP yang senantiasa membantu dalam memberikan fasilitas.
9. Bapak dan ibu staff Laboratorium Kimia FMIPA UNP.

10. Teman-teman seperjuangan Kimia NK 2017 (Riski, Devi, Habib, Ferdi, Wahyudi, Vine, Upik, Anisa, Dede, Nafika, Kak Dian, Kak Indah, Ayu, Haris, Kak Eka, Kak Nisa Nabila, Randu, Habi, dll).
11. Sahabat terbaik penulis Nadiatul Husnah S.P, Vivi Purnama Sari dan Khory Handayani A.Md.Kep, Fitri Yanti yang selalu memberikan semangat kepada penulis.
12. Kak Fitria Azizah, S.Si yang selalu memberikan semangat serta masukan kepada penulis.
13. Roky Mardianto, Rahmat Irsa, Rhafis Nurlis yang selalu memberikan semangat kepada penulis.
14. Serta masih banyak pihak-pihak lain yang sangat berpengaruh dalam proses penyelesaian skripsi ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat, nikmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik yang berjudul “**Immobilisasi Kulit Langsung (*Lansium domesticum*) Menggunakan Natrium Silikat Terhadap Penyerapan Ion Logam Pb(II)**”. Skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk memenuhi mata kuliah Ujian Skripsi pada Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.

Untuk kesempurnaan skripsi ini, maka dengan kerendahan hati penulis mengharapkan masukan dan saran yang membangun dari berbagai pihak. Atas masukan dan sarannya penulis ucapkan terima kasih.

Padang, September 2021

Fani Oktadefi

DAFTAR ISI

PERSETUJUAN SKRIPSI	i
PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI.....	ii
SURAT PERNYATAAN.....	iii
ABSTRAK	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Batasan Masalah.....	4
D. Rumusan Masalah	4
E. Tujuan Penelitian	4
F. Manfaat Penelitian	5
BAB II.....	6
KERANGKA TEORITIS	6

A. Langsung	6
B. Biosorpsi.....	8
C. Immobilisasi	12
D. Logam Pb	13
E. Karakterisasi	14
1. <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR).....	14
2. Spektroskopi Serapan Atom.....	16
BAB III	17
METODOLOGI PENELITIAN.....	17
A. Waktu dan Tempat Penelitian	17
B. Objek Penelitian	17
C. Variabel Penelitian	17
D. Alat dan Bahan	17
1. Alat.....	17
2. Bahan.....	18
E. Prosedur Penelitian	18
1. Pembuatan Reagen	18
2. Preparasi Sampel.....	18
3. Perlakuan Immobilisasi Kulit Langsung dengan Natrium Silikat.....	19
4. Perlakuan Penelitian dengan Sistem <i>Batch</i>	19
BAB IV	22

HASIL DAN PEMBAHASAN.....	22
A. Karakterisasi FTIR	22
B. Pengaruh Variasi Terhadap Penyerapan Logam Pb ²⁺	24
1. Mekanisme Penyerapan Ion Logam Pb.....	24
2. Pengaruh pH Larutan	25
3. Pengaruh Konsentrasi Larutan	26
4. Pengaruh Ukuran Partikel	27
5. Pengaruh Waktu Kontak	28
6. Pengaruh Kecepatan Pengadukan	29
7. Isoterm Adsorpsi	30
BAB V.....	33
PENUTUP.....	33
A. Kesimpulan	33
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN.....	39

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Daerah Serapan Inframerah beberapa Gugus Fungsi.....	16
Tabel 2. Perbedaan nilai antara Isoterm Langmuir dan Isoterm Freundlich.....	32

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Kulit langsung	6
Gambar 2. Struktur asam langsung dan asam langsung.....	7
Gambar 3. Skema Instrumental FTIR	15
Gambar 4. Skema peralatan AAS	16
Gambar 5. Spektrum FTIR kulit langsung	22
Gambar 6. Pengaruh pH larutan terhadap penyerapan logam Pb^{2+}	25
Gambar 7. Pengaruh konsentrasi larutan terhadap penyerapan logam Pb^{2+}	26
Gambar 8. Pengaruh ukuran partikel terhadap penyerapan logam Pb^{2+}	27
Gambar 9. Pengaruh waktu kontak terhadap penyerapan logam Pb^{2+}	28
Gambar 10. Pengaruh kecepatan pengadukan terhadap penyerapan logam Pb^{2+} .	30
Gambar 11. Kurva isoterm Langmuir	31
Gambar 12. Kurva isoterm Freundlich.....	31

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Desain Penelitian	39
Lampiran 2. Preparasi Sampel	40
Lampiran 3. Perlakuan Immobilisasi Kulit Langsung dengan Natrium Silikat	40
Lampiran 4. Pengaruh pH Larutan	41
Lampiran 5. Pengaruh Konsentrasi Larutan	42
Lampiran 6. Pengaruh Ukuran Partikel	43
Lampiran 7. Pengaruh Waktu Kontak	44
Lampiran 8. Pengaruh Kecepatan Pengadukan	45
Lampiran 9. Perhitungan Pembuatan Reagen	46
Lampiran 10. Spektrum FTIR kulit langsung	49
Lampiran 11. Data Hasil Pengukuran Logam Pb^{2+}	51
Lampiran 12. Dokumentasi Kegiatan Penelitian	58

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Logam berat merupakan unsur alam yang memiliki nomor atom lebih dari 20, memiliki nilai kerapatan yang relatif tinggi (minimal 5 g/cm³) dan bersifat racun walaupun pada konsentrasi rendah (Oyewole et al., 2019). Logam berat banyak ditemukan di perairan limbah industri. Kandungan logam berat dengan konsentrasi tinggi maupun rendah ditemukan di perairan limbah industri seperti industri penyepuhan logam, pembuatan baterai, pertambangan, pertanian (pestisida dan pupuk), tekstil, farmasi dan lain sebagainya. Logam berat seperti perak (Ag), timbal (Pb), kobalt (Co), cadmium (Cd), merkuri (Hg), molybdenum (Mo), nikel (Ni), besi (Fe), dan seng (Zn) berpotensi besar mengakibatkan toksik bagi organisme (Smith, 2009).

Keberadaan logam berat dalam air merupakan hal yang berbahaya bagi lingkungan, berpotensi menimbulkan resiko kesehatan manusia dan menyebabkan efek berbahaya bagi organisme dalam air. Timbal merupakan salah satu contoh logam berat paling beracun yang mempengaruhi lingkungan. Pada konsentrasi rendah timbal dapat berbahaya dan menyebabkan keracunan bagi manusia dan bentuk kehidupan lainnya. Timbal dapat terakumulasi di tulang, ginjal, otak dan otot dan peningkatan konsentrasi timbal dapat menyebabkan banyak gangguan serius seperti anemia, penyakit ginjal, hati, gangguan saraf, kerusakan saluran pencernaan dan bahkan mengakibatkan kematian. Oleh karena itu, penting untuk

menghilangkan timbal (Pb) dari air limbah sebelum dibuang ke lingkungan (El-naggar et al., 2018).

Beberapa teknik yang telah digunakan untuk menyerap logam berat dari pencemaran air adalah pertukaran ion, pengendapan, koagulasi, pemisahan membran, dan adsorpsi (Kurniawati et al., 2019). Namun metode tersebut memiliki beberapa kerugian seperti menghasilkan produk limbah beracun, terlalu mahal, tidak selalu efektif untuk logam dengan konsentrasi rendah dan tidak ramah lingkungan (El-naggar et al., 2018).

Biosorpsi mendapatkan banyak perhatian sebagai proses alternatif untuk pembuangan logam berat dari air yang terkontaminasi. Berbagai jenis biomaterial berinteraksi secara efektif dengan logam beracun (Nasra, 2006). Biomassa yang digunakan dalam metoda biosorpsi yaitu biomassa yang bersifat alami, mudah didapat dan terjangkau, dan memberikan kinerja yang lebih baik dibandingkan dengan metoda konvensional (Oyewole et al., 2019). Penelitian terbaru menunjukkan bahwa beberapa biomaterial alami termasuk produk pertanian dan produk samping dapat mengakumulasi logam berat dalam konsentrasi tinggi. Adsorben yang dihasilkan dari biomassa ini hemat biaya dan efisien. Biomassa alami yang digunakan yaitu kulit manggis, delima, lemon dan jeruk, biji melon, kulit kacang, limbah tomat, biji pepaya dan lengkeng (Nasra, 2006).

Langsat merupakan suatu tumbuhan yang berasal dari keluarga Meliaceae yang ditemukan di Indonesia dan negara-negara disekitarnya seperti Thailand, Vietnam, Filipina dan Malaysia (Khoiriah et al., 2015). Kulit langsung mengandung senyawa terpenoid yang berupa asam lansat dan asam lansiolat, serta

kulit langsung juga mengandung flavonoid dan saponin (Putranta et al., 2017). Beberapa gugus fungsional yang ada dalam komponen tersebut adalah O-H, N-H, C=O, C-H dan C-O (Khoiriah et al., 2015).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan Khoiriah (2015) kulit langsung dimanfaatkan sebagai biosorben untuk penghilangan ion Pb(II) dan Zn(II) dari larutan air. Hasil penelitian didapatkan bahwa kulit langsung dapat mengikat logam Pb(II) dan Zn(II) dalam larutan air. Didapatkan hasilnya yaitu kondisi optimum pada pH 5, waktu kontak optimum Pb(II) 8 menit dan Zn(II) 4 menit, kapasitas serapan Pb(II) dan Zn(II) masing-masing 9,6804 mg/g dan 8,754 mg/g dari 20-350 mg/L.

Berdasarkan uraian tersebut, maka penulis tertarik untuk melakukan modifikasi penelitian yang menggunakan biosorben kulit langsung yang diimmobilisasi dengan natrium silikat untuk menyerap ion logam Pb^{2+} dalam larutan air menggunakan metode *batch* dengan harapan dapat menghasilkan penyerapan yang lebih baik. Parameter yang diujikan adalah variasi pH, variasi konsentrasi larutan, variasi ukuran partikel, variasi waktu kontak, dan variasi kecepatan pengadukan.

B. Identifikasi Masalah

Adapun identifikasi masalah pada penelitian ini yaitu Ion logam Pb^{2+} dapat mencemari lingkungan sehingga perlu diatasi.

C. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Kondisi optimum immobilisasi untuk pH (2, 3, 4, 5, 6), konsentrasi larutan (100, 150, 200, 250, 300, 350) mg/L, ukuran partikel (106, 150, 250, 425) μm , waktu kontak (30, 60, 90, 120) menit, dan kecepatan pengadukan (50, 100, 150, 200, 250) rpm.
2. Kapasitas serapan kulit langsung yang diimmobilisasi pada penyerapan ion logam Pb^{2+} yang dianalisa dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).

D. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana kondisi optimum penyerapan ion logam Pb^{2+} untuk variasi pH, konsentrasi larutan, ukuran partikel, waktu kontak, dan kecepatan pengadukan terhadap daya serap kulit langsung yang telah diimmobilisasi?
2. Berapa nilai kapasitas serapan kulit langsung yang diimmobilisasi terhadap ion logam Pb^{2+} ?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Menentukan kondisi optimum penyerapan ion logam Pb^{2+} untuk variasi pH, konsentrasi larutan, ukuran partikel dan waktu kontak Pb^{2+} dengan adsorben, serta kecepatan pengadukan.

2. Menentukan nilai kapasitas serapan maksimum kulit langsung yang diimmobilisasi terhadap ion logam Pb^{2+} .

F. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Dapat memberikan informasi kepada pembaca mengenai kandungan pada kulit langsung yang telah diimmobilisasi sebagai biosorben dalam penyerapan ion logam Pb^{2+} .
2. Dapat menambah nilai manfaat dari kulit langsung.
3. Dapat mengatasi masalah pencemaran air oleh ion logam Pb^{2+} .

BAB II

KERANGKA TEORITIS

A. Langsung

Lansium domesticum merupakan tumbuhan tropis yang tumbuh di dataran rendah dengan tinggi 750 mdpl (Harunnisya, 2014). *Lansium domesticum* salah satu dari famili Meliaceae yang merupakan tanaman bergetah (Sartika et al., 2017). Di Indonesia *Lansium domesticum* dikenal sebagai langsung, duku, dan kokosan. Tanaman langsung di Indonesia tersebar di daerah Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, dan Jawa (Putranta et al., 2017).



Gambar 1. Kulit langsung

Klasifikasi tanaman langsung adalah sebagai berikut:

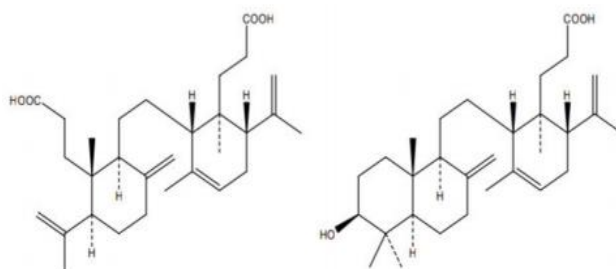
Kingdom : Plantae
Divisio : Magnoliophyta
Classis : Magnoliopsida
Ordo : Sapindales

Familia : Meliaceae

Genus : *Lansium*

Species : *Lansium domesticum*

Kulit buah *Lansium domesticum* mengandung beberapa senyawa yang bisa digunakan sebagai insektisida alami. Beberapa senyawa tersebut adalah senyawa golongan terpenoid berupa asam lansat dan asam lansiolat, senyawa flavonoid, alkaloid, dan saponin (Putranta et al., 2017). Beberapa gugus fungsi yang terkandung dalam kulit langsung yaitu C-H, C=O, O-H, C-O dan N-H. Gugus fungsi tersebut nantinya akan bertanggung jawab sebagai penyerap ion logam berat (Khoiriah et al., 2015).



Gambar 2. Struktur Asam Lansat dan Asam Lansiolat

Duku atau langsung memiliki banyak khasiat. Seperti buahnya yang memiliki kandungan nilai gizi serta langsung juga mempunyai manfaat sebagai obat-obatan seperti obat malaria, disentri dan diare (Subandrate et al., 2016). Beberapa penelitian membuktikan bahwa duku atau langsung mempunyai banyak manfaat. Di bidang pertanian, ekstrak dari duku atau langsung digunakan sebagai insektisida yang efektif untuk membasmi hama belalang yang ada pada tanaman

padi. Pada bidang kimia, ekstrak duku atau langsung dimanfaatkan untuk menghilangkan logam berat pada air limbah. Pada bidang kesehatan, ekstrak duku atau langsung memiliki manfaat sebagai obat-obatan. Selain itu, duku atau langsung juga dimanfaatkan untuk komestika (Subandrate et al., 2016).

B. Biosorpsi

Biosorpsi adalah salah satu metode yang menggunakan biomassa sebagai adsorben untuk menghilangkan ion logam atau polutan dari limbah perairan. Pembentukan kompleks, pertukaran ion dan penyerapan organisme digunakan dalam biosorpsi untuk menyerap ion logam berat. Keuntungan penggunaan metode biosorpsi adalah ramah lingkungan, biayanya relatif murah, proses regenerasinya mudah dan dapat digunakan pada limbah yang memiliki konsentrasi rendah (Yunisa et al., 2017).

Adanya biosorben yang berasal dari material biologis dan larutan yang terkandung logam berat menyebabkan terjadinya proses biosorpsi. Pengikatan logam berat dalam suatu larutan dilakukan dengan cara pertukaran ion yang mana ion logam berat menggantikan ion yang ada pada dinding sel mikroorganisme. Pusat aktif pada dinding sel memiliki muatan negatif dan nantinya akan berikatan dengan ion logam berat yang bermuatan positif. Sumber gugus fungsi seperti yang ada pada protein dan polisakarida memiliki peran penting untuk mengikat ion logam berat. Proses dari penyerapan dapat terjadi pada sel hidup maupun sel mati secara cepat (Ratnawati & Ermawati, 2010).

Dalam proses biosorpsi melibatkan interaksi yaitu interaksi polar, interaksi gabungan, interaksi ionik dan mineralisasi yang terjadi antara biopolimer atau

makromolekul dan logam. Makromolekul memiliki gugus fungsi yang nantinya berfungsi sebagai pengikat ion logam berat. Gugus karboksil, amina, tiolat, hidrok fosfodiester karbonil imidazole dan gugus fosfat merupakan gugus fungsi yang terdapat dalam makromolekul. Gugus-gugus fungsi tersebut nantinya akan berkoordinasi melalui pasangan elektron bebas dengan atom pusat logam. (Mawardi et al., 2014).

Bahan-bahan biologis seperti alga, fungi, bakteri serta limbah pertanian dapat digunakan sebagai biosorben. Limbah pertanian adalah limbah organik yang memiliki jumlah besar dan mudah ditemukan. Penggunaan limbah pertanian sebagai biosorben dapat mengurangi jumlah limbah pada lingkungan masyarakat serta dapat menghasilkan produk yang memiliki nilai jual. Oleh karena itu, penggunaan limbah pertanian sebagai biosorben untuk penghilangan ion logam berat memiliki potensi yang cukup besar (Lazulva & Utami, 2017).

Untuk menghilangkan logam berat dengan cara biosorpsi terdapat dua metode, yaitu metode *batch* dan metode kolom. Metode *batch* mempunyai tingkat keefektifan tinggi untuk menurunkan konsentrasi logam berat pada limbah cair. Metode *batch* dilakukan dengan cara memasukkan biosorben kedalam larutan dan diaduk dengan waktu yang telah ditentukan. Kemudian dilakukan penyaringan untuk memisahkan biosorben dan larutan. Metode kolom dilakukan dengan cara mengontakan adsorben di dalam kolom dengan larutan sampai kondisinya jenuh (Astuti & Kurniawan, 2015).

Isoterm adsorpsi adalah suatu keadaan kesetimbangan dimana konsentrasi adsorbat tidak lagi mengalami perubahan. Isoterm Langmuir dan isoterm Freundlich merupakan isoterm yang biasanya digunakan dalam adsorpsi (Sembodo, 2005).

1. Isoterm Langmuir

Isoterm Langmuir menunjukkan bahwa luas permukaan sebanding dengan beberapa situs aktif. Hanya satu molekul yang dapat diserap pada setiap situs aktif tersebut. Ikatan pada zat yang terserap dengan adsorben terjadi secara kimia dan secara fisika (Wahyuni et al., 2019). Ada beberapa asumsi yang digunakan pada isoterm Langmuir, yaitu:

1. Adsorben merupakan sistem yang afinitas molekul terserapnya sama pada setiap lokasi karena memiliki tingkat energi yang homogen.
2. Terbentuknya lapisan tunggal pada adsorbat yang terserap.
3. Setiap molekul yang terserap tidak terjadi interaksi.
4. Molekul yang telah terserap oleh permukaan adsorben tidak dapat berpindah-pindah (Sembodo, 2005).

Persamaan isoterm Langmuir adalah:

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

Keterangan:

C_e = konsentrasi adsorbat saat setimbang (mg/L)

q_e = jumlah adsorbat teradsorpsi per gram adsorben (mg/g)

q_m = kapasitas adsorpsi maksimum (mg/g)

K_l = Konstanta kesetimbangan adsorpsi (L/mg) (Drweesh et al., 2016).

2. Isoterm Freundlich

Isoterm Freundlich biasanya digunakan untuk menggambarkan karakteristik adsorpsi untuk permukaan heterogen. Persamaan yang dikemukakan oleh Freundlich adalah:

$$Q_e = K_f C_e^{\frac{1}{n}}$$

$$\text{Log } Q_e = \log K_f + \frac{1}{n} \log C_e$$

Keterangan:

K_f = konstanta isoterm Freundlich (mg/g)

n = intensitas adsorpsi

C_e = konsentrasi kesetimbangan adsorbat (mg/L)

Q_e = jumlah logam yang teradsorpsi per gram adsorben pada kesetimbangan (mg/g) (Dada et al., 2012).

Pada persamaan Freundlich menjelaskan bahwa gugus fungsi yang terdapat di permukaan adsorben memiliki kemampuan adsorpsi yang berbeda-beda, karena permukaan adsorben tersebut bersifat heterogen (Kusuma et al., 2014).

C. Immobilisasi

Immobilisasi adalah cara yang dilakukan untuk mengikat sel ke dalam suatu matriks pendukung yang bertujuan untuk meningkatkan stabilitasnya dan dapat digunakan secara berulang-ulang (Anggrenistia et al., 2015). Cara ini sangat baik dalam mempertahankan kemampuan suatu biomassa untuk menyerap logam-logam yang berasal dari proses-proses industri (Maricel, 2007).

Biosorben yang diimmobilisasi dengan silika, dapat memberikan peningkatan kereaktifan gugus fungsi serta ketahanan ikatan (Bag et al., 1999). Penggunaan matriks yang bagus pada immobilisasi dalam penghilangan logam berat adalah silika, karena silika dapat memberikan kestabilan pada proses persiapan imobilen-silika. Adapun syarat-syarat suatu bahan yang dapat digunakan sebagai matriks pendukung adalah sebagai berikut:

1. Memiliki sisi aktif terutama yang mengandung gugus aktif yang reaktif
2. Memiliki permukaan yang luas
3. Memiliki daya pengikatan yang tinggi
4. Memiliki daya tahan yang baik terhadap pelarut kimia (Gupta et al., 2000).

Peranan immobilisasi sangat penting dalam pengolahan air limbah industri pada skala yang besar, karena biomassa yang telah diimmobilisasi mempunyai kekuatan mekanik, ukuran yang tepat, pemisahan yang lebih mudah serta dapat digunakan secara berulang-ulang (Jin et al., 2017). Suatu biomassa diimmobilisasi dengan silika gel akan menghasilkan suatu adsorben yang akan meningkatkan daya adsorpsi (Anggrenistia et al., 2015).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan Marfania et al., 2019 menggunakan sampel kulit lengkung yang diimmobilisasi menggunakan natrium silikat dapat diaplikasikan untuk meningkatkan kestabilan serta peyerapan pada ion logam Cd dengan kondisi optimum pada pH 5, konsentrasi 250 ppm dengan kecepatan pengadukan 250 rpm selama 120 menit.

D. Logam Pb

Logam berat pada umumnya memiliki sifat yang toksik dan berbahaya bagi organisme, walaupun beberapa diantaranya juga dibutuhkan hanya dalam jumlah yang kecil. Jika kadar logam berat telah melewati ambang batas yang telah ditentukan maka akan berbahaya bagi lingkungan perairan. Logam berat dapat menyebabkan kematian pada beberapa biota laut jika memiliki konsentrasi yang tinggi (Supriatno & Lelifajri, 2009). Logam berat memiliki sifat yang sangat toksik pada kehidupan manusia karena nantinya logam berat akan berikatan dengan protein dan dapat mencegah replikasi DNA (El-naggar et al., 2018).

Salah satu contoh logam berat yang berbahaya dan dapat mencemari lingkungan adalah timbal. Timbal memiliki warna kelabu kebiruan dan memiliki tekstur yang lunak. Titik didih timbal sebesar 1620 °C dan titik lelehnya sebesar 327 °C. Timbal akan bereaksi dengan oksigen membentuk timbal oksida dan menguap pada suhu 550-600 °C. Karakteristik dari timbal sendiri adalah sangat rapuh, lentur, mengkerut pada suhu yang rendah, dan sulit larut dalam air dingin, air panas dan air asam (Suarsa, 2015).

Timbal dalam konsentrasi rendah bisa berbahaya bagi kehidupan manusia dan bentuk kehidupan lainnya. Timbal merupakan hasil samping dari beberapa

industri, seperti pada industri tekstil, industri keramik dan kaca, pelapisan logam dan operasi pertambangan (El-naggar et al., 2018). Timbal sangat bersifat toksik terhadap manusia. Apabila keracunan timbal dapat menyebabkan efek akut dan kronis yang dapat menyebabkan anemia, sakit pada bagian perut, mual dan juga dapat menyebabkan kelumpuhan. Selain itu, juga dapat mempengaruhi sistem reproduksi, sistem endoktrin, sistem saraf, jantung dan sistem urania apabila keracunan timbal.

Komplikasi yang diakibatkan oleh timbal juga terjadi pada tulang dan gigi. Pada gigi akan terjadi karies (keropos) gigi menyeluruh. Bahkan pada ibu hamil jika mengalami keracunan timbal janin yang ada dalam kandungannya akan mengalami jauh lebih tinggi karies gigi, katarak serta ketulian (Artari, 2018). Timbal dapat terakumulasi terutama pada tulang, otak, ginjal dan otot. Apabila konsentrasi dari timbal semakin meningkat dapat menyebabkan penyakit serius seperti penyakit ginjal dan hati, kerusakan fungsi pencernaan, gangguan saraf bahkan dapat menyebabkan kematian. Berdasarkan ketentuan yang telah ditetapkan oleh WHO kandungan timbal pada air minum sebesar 0,01mg/L (El-naggar et al., 2018). Pada perairan sesuai dengan ketentuan peraturan pemerintahan No 492/MENKES/PER/2010 kandungan dari timbal yang diperbolehkan yaitu 0,1 mg/L (Artari, 2018).

E. Karakterisasi

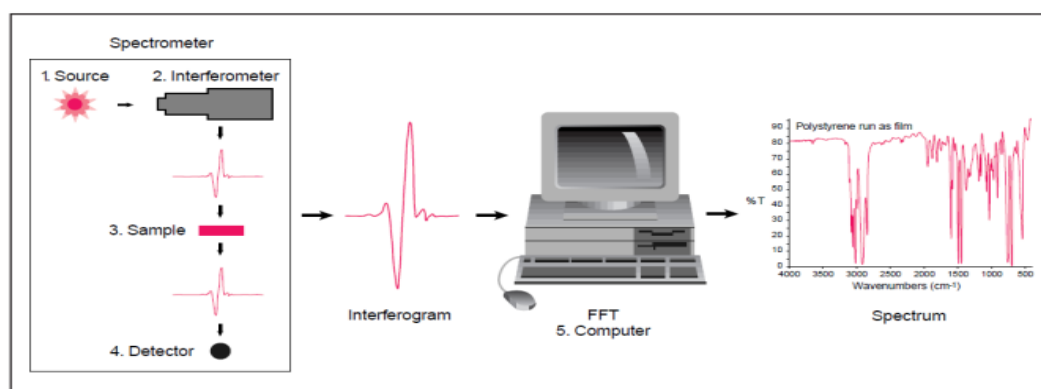
1. *Fourier Transform Infrared (FTIR)*

Fourier Transform Infrared (FTIR) merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengidentifikasi struktur molekul dalam senyawa. Spektroskopi FTIR ini tidak memerlukan persiapan sampel yang rumit pada saat pengujian serta

juga bisa digunakan pada berbagai fase seperti fase gas, padat maupun cair. Metode yang digunakan pada FTIR ini adalah metode spektroskopi adsorpsi berdasarkan penyerapan radiasi inframerah oleh molekul (Chatwall, 1985).

Interferometer Michelson merupakan komponen utama yang terdapat dalam FTIR yang fungsinya untuk menguraikan radiasi inframerah menjadi komponen frekuensi. Pemakaian metode interferometer Michelson inilah yang membedakan spektroskopi FTIR dengan spektroskopi infra merah konvensional dan metode spektroskopi yang lain. Keunggulan dari metode ini adalah memberikan informasi secara akurat dan tepat terhadap struktur molekul dari sampel (Kusumastuti, 2006).

Spektroskopi FTIR merupakan suatu metode yang digunakan untuk melihat kandungan gugus fungsi dari suatu sampel yang berdasarkan spektra penyerapan sinar inframerah (Chaber et al., 2017).



Gambar 3. Skema Instrumental FTIR (Nicolet & All, 2001)

Jika suatu sampel dilewati oleh radiasi infra merah, maka molekul yang ada pada sampel akan menyerap energi dan terjadi transisi antara tingkat vibrasi

dasar dan tingkat vibrasi tereksitasi. Spektrum dari hasil FTIR akan memberikan informasi tentang gugus fungsi suatu molekul (Puspitasari, 2012).

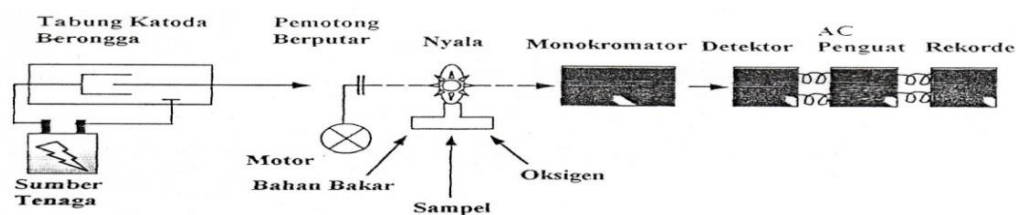
Tabel 1. Daerah Serapan Inframerah beberapa Gugus Fungsi

Frekuensi	Jenis ikatan
3750-3000	Regang O-H, N-H
3000-2700	Regang -CH ₃ , -CH ₂ , C-H, C-H aldehyd
2400-2100	Regang -C=C-, C≡N
1900-1650	Regang C=O (asam, aldehyd, keton, amida, ester, anhidrida)
1675-1500	Regang C=C (aromatic dan alifatik) C=N
1475-1300	C-H bending
1000-650	C=C-H, Ar-H bending

Sumber: (Dachriyanus, 2004)

2. Spektroskopi Serapan Atom

Spektroskopi serapan atom (AAS) adalah salah satu untuk menentukan unsur-unsur dalam sampel larutan. Prinsip dari AAS berdasarkan pada proses penyerapan atom-atom pada tingkat dasar. Elektron akan terkesitasi ke tingkat yang lebih tinggi dalam kulit atom pada saat penyerapan energi. Atom-atom bebas yang tereksitasi menjadi tidak stabil pada saat proses penyerapan energi dan kembali ke keadaan semula yang disertai dengan memancarkan energi radiasi pada panjang gelombang tertentu serta karakteristik pada setiap unsur (Torowati et al., 2008). Sensitivitas yang dimiliki alat ini sangat tinggi sehingga bisa menganalisis unsur logam yang memiliki konsentrasi kecil seperti dalam ppb maupun ppm (Skoog, 2004).



Gambar 4. Skema Peralatan AAS

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Kondisi optimum penyerapan logam Pb^{2+} terjadi pada pH 3, konsentrasi 300 mg/L, ukuran partikel 150 μm , waktu kontak 60 menit dan kecepatan pengadukan 200 rpm.
2. Nilai kapasitas serapan kulit langsung yang telah diimmobilisasi terhadap penyerapan logam Pb^{2+} adalah 30,303 mg/g.

B. Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya:

1. Melakukan penelitian untuk menyerap ion logam berat selain ion logam Pb^{2+} dengan menggunakan kulit langsung yang diimmobilisasi.
2. Melakukan modifikasi pada biosorben kulit langsung untuk menghasilkan penyerapan logam Pb^{2+} yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, F., Chew, T. S., & Andas, J. (2011). A Simple Template-Free Sol-Gel Synthesis of Spherical Nanosilica from Agricultural Biomass. *Journal of Sol-Gel Science and Technology*, 59(3), 580–583. <https://doi.org/10.1007/s10971-011-2531-7>
- Adi, E., & Nana, D. (2010). Pengurangan Konsentrasi Ion Pb dalam Limbah Air Elektroplating dengan Proses Biosorpsi dan Pengadukan. *Jurnal Teknik Kimia*, 5(1), 373–379.
- Anggrenistia, F., Wahyuni, N., & Zaharah, T. A. (2015). Adsorpsi Ion Logam Zn (II) Menggunakan Biomassa *Chlorella sp.* yang Diimobilisasi pada Silika Gel. 4(3), 94–99.
- Artari. (2018). Analisis Kadar Timbal (Pb) pada Air yang Melalui Saluran Pipa Penyalur Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Makassar. *Jurnal Media Analis Kesehatan*, 1(1), 47–55.
- Astuti, W., & Kurniawan, B. (2015). Adsorpsi Pb²⁺ dalam Limbah Cair Artifisial Menggunakan Sistem Adsorpsi Kolom dengan Bahan Isian Abu Layang Batubara Serbuk dan Granular. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 4(1), 27–33.
- Bag, H., Turker, A. R., & Lale, M. (1999). Determination of Trace Metals in Geological Samples by Atomic Absorption Spectrophotometry after Preconcentration by *Aspergillus niger* Immobilized on Sepiolite. *Analytical Sciences*, 15, 1251–1256.
- Chaber, R., Lach, K., Depciuch, J., Szmuc, K., Michalak, E., Raciborska, A., Koziorowska, A., & Cebulski, J. (2017). *Fourier Transform Infrared (FTIR) Spectroscopy of Paraffin and Deparaffinized Bone Tissue Samples as a Diagnostic Tool For Ewing Sarcoma of Bone*. 85, 364–371.
- Chatwall, G. (1985). *Spectroscopy Atomic and Molecule*. Bombay: Himalaya Publishing House.
- Dachriyanus. (2004). *Analisis Struktur Senyawa Organik Secara Spektroskopi*. Lembaga Pengembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi Universitas Andalas.
- Dada, A. ., Olalekan, A. ., Olatunya, A. ., & Dada, O. (2012). Langmuir , Freundlich , Temkin and Dubinin - Radushkevich Isotherms Studies of Equilibrium Sorption of Zn²⁺ Unto Phosphoric Acid Modified Rice Husk. *IOSR Journal of Applied Chemistry*, 3(1), 38–45.
- Drweesh, S. A., Fathy, N. A., Wahba, M. A., Hanna, A. A., Akarish, A. I. M., Elzahany, E. A. M., El-sherif, I. Y., & Abou-el-sherbini, K. S. (2016). Equilibrium , Kinetic and Thermodynamic Studies of Pb (II) Adsorption from Aqueous Solutions on HCl-Treated Egyptian Kaolin. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 4, 1674–1676.