

**OPTIMASI PENYERAPAN FENOL MENGGUNAKAN KULIT
PISANG KEPOK (*Musa balbisiana* Colla) SEBAGAI
BIOSORBEN**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains



**Oleh :
RETNO SARI
NIM.15036030/2015**

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2020**

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama : Retno Sari
NIM : 15036030
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

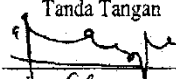
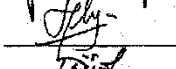
OPTIMASI PENYERAPAN FENOL MENGGUNAKAN KULIT PISANG KEPOK (*Musa balbisiana Colla*) SEBAGAI BIOSORBEN

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi Jurusan Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang

Padang, Januari 2020

Tim Penguji

	Nama
Ketua	: Edi Nasra, S.Si, M.Si
Anggota	: Dra. Sri Benti Etika, M.Si
Anggota	: Dr. Desy Kurniawati, M.Si

Tanda Tangan




PERSETUJUAN SKRIPSI

OPTIMASI PENYERAPAN FENOL MENGGUNAKAN KULIT PISANG KEPOK (*Musa balbisiana Colla*) SEBAGAI BIOSORBEN

Nama : Retno Sari
Nim : 15036030
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

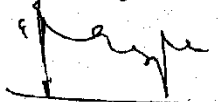
Padang, Januari 2020

Mengetahui:
Ketua Jurusan Kimia



Alizar, S.Pd, M.Sc. Ph.D
NIP. 197009021998011002

Disetujui Oleh:
Pembimbing



Edi Nasra, S.Si, M.Si
NIP. 198106222003121001

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Retno Sari
TM/NIM : 2015/ 15036030
Tempat/Tanggal Lahir : Paninggahan/10 Maret 1997
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : MIPA
Alamat : Jl. Elang 1, gang Bondo 10
No. Hp/Telepone : 082384151980
Judul Skripsi : Optimasi Penyerapan Fenol menggunakan Kulit Pisang Kepok (*Musa balbisiana* Colla) sebagai Biosorben

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis/skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri 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 dan 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, Januari 2020
Yang membuat pernyataan,



Retno Sari
NIM. 15036030

Optimasi Penyerapan Fenol Menggunakan Kulit Pisang Kepok (*Musa balbisiana* Colla) sebagai Biosorben

Retno Sari

ABSTRAK

Pencemaran yang disebabkan oleh senyawa fenol merupakan masalah serius bagi lingkungan. Fenol dapat diklasifikasikan sebagai bahan beracun dan berbahaya karena memiliki tingkat toksisitas yang tinggi dalam air, yang dapat menimbulkan gangguan pada ekosistem air yang dapat menyebabkan kehidupan biota laut terancam. Senyawa fenol juga dapat menyebabkan gangguan kesehatan manusia seperti kerusakan hati, kerusakan sel darah merah, daire bahkan kematian. Metoda yang sederhana dan efisien untuk menangani permasalahan yang ditimbulkan oleh limbah organik seperti fenol yaitu biosorpsi. Biosorpsi merupakan suatu proses penyerapan oleh material berasal dari bahan alam yang dapat mengikat suatu senyawa dalam larutan. Metode biosorpsi yang digunakan adalah batch menggunakan kulit pisang (*Musa balbisiana* Colla) sebagai biomassa. Penelitian ini merupakan studi experimental dengan memanfaatkan biosorben dari kulit pisang untuk mengikat senyawa fenol. Metoda biosorpsi yang digunakan yaitu metoda batch dengan variasi pH larutan, variasi kosentrasi larutan fenol, varaisi ukuran partikel, variasi waktu kontak dan variasi kecepatan pengadukan. Hasil dari penelitian ini didapatkan panjang gelombang maksimum 265 nm dengan menggunakan alat instrument Spekrtofotometer UV-Vis. Untuk penyerapan senyawa fenol setiap variasi yang dilakukan, kondisi optimum pada pH 4, Konsentrasi 4 ppm, Ukuran pertikel 180 μm , waktu kontak 45 menit. Kecepatan 200 rpm didapatkan kapasitas serapan maksimum sebesar 1,23 mg/g.

Kata kunci: Kulit Pisang Kepok (*Musa balbisiana* Colla), Biosorpsi, Fenol, Batch, Spektrofotometer UV-Vis.

Optimization of Phenol Absorption Using Kepok Banana Peel (*Musa balbisiana* Colla) as Biosorben

Retno Sari

ABSTRACT

Pollution caused by phenol compounds is a serious problem for the environment. Phenol can be classified as a toxic and dangerous material because it has a high level of toxicity in water, which can cause disturbance to the water ecosystem and human health. A simple and efficient method for handling problems caused by organic waste, namely biosorption. Because biosorption is a process of absorption derived from natural materials that can bind a compound in solution. The biosorption method used is a batch using banana peels (*Musa balbisiana* colla) as biomass. This research is an experimental study by utilizing biosorbents from banana peels to bind phenol compounds. The biosorption method used is batch method with variations in pH of solution, concentration of phenol solution, particle size, contact time, stirring speed. The results of this study obtained a maximum wavelength of 265 nm using a UV-Vis spectrophotometer instrument. For the absorption of phenol compounds for every variation made, the optimum conditions at pH 4, 4 ppm concentration, particle size 180 μm , contact time 45 minutes. A speed of 200 rpm obtained a maximum absorption capacity of 1,23 mg / g.

Keywords: Banana Peel (*Musa balbisiana* Colla), Biosorption, Phenol, Batch, UV-Vis Spectrophotometer.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT yang Telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya. Atas izin-Nya juga-lah penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “**Optimasi Penyerapan Fenol Menggunakan Kulit Pisang Kepok (*Musa balbisiana* Colla.) sebagai Biosorben**” Shalawat dan salam untuk nabi tauladan kita, Muhammad SAW yang telah memberikan tauladan dalam setiap aktivitas yang kita lalui.

Skripsi ini diajukan untuk memenuhi mata kuliah Tugas Akhir II pada Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, petunjuk, arahan, dan masukan yang berharga dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada :

1. Bapak Edi Nasra, S.Si, M.Si selaku pembimbing 1 dan penasehat akademik.
2. Ibu Dra. Sri Benti Etika, M.Si dan ibu Dr. Desy Kurniawati, M.Si selaku dosen pembahas.
3. Bapak Alizar, S.Pd, M.Sc, Ph.D sebagai Ketua Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.
4. Bapak Umar Kalmar Nasar, S.Si, M.Si, Ph.D sebagai Ketua Program Studi Kimia, FMIPA UNP.
5. Seluruh Staf Pengajar dan Tenaga Administrasi di Jurusan Kimia FMIPA UNP.

6. Laboratorium Jurusan Kimia FMIPA UNP
7. Orang tua penulis yang telah memberikan semangat serta dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Rekan-rekan seperjuangan mahasiswa/i Kimia'15 yang telah memberikan semangat dan dorongan kepada penulis untuk 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 haturkan terima kasih.

Padang, 2020

Retno Sari

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	4
C. Batasan Masalah.....	4
D. Rumusan Masalah	5
E. Tujuan Penelitian	5
F. Manfaat Penelitian	5
BAB II KERANGKA TEORITIS.....	6
A. Fenol.....	6
B. Pisang Kepok	8
C. Biosorpsi	10
D. Karakterisasi.....	16
BAB III METODE PENELITIAN.....	20
A. Waktu dan Tempat Penelitian	20
B. Jenis Penelitian.....	20
C. Objek Penelitian	20
D. Variabel Penelitian	20
E. Alat dan Bahan.....	20
F. Prosedur Penelitian.....	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	25
A. Analisa FTIR.....	25
B. Preparasi Kurva Standar Fenol dengan Spektrofotometer UV-Vis	27
C. Pengaruh pH terhadap Penyerapan Senyawa Fenol.....	28
D. Pengaruh Konsentrasi terhadap Penyerapan Senyawa Fenol.....	29

E. Pengaruh Ukuran Partikel terhadap Penyerapan Senyawa Fenol	31
F. Pengaruh Waktu Kontak terhadap Penyerapan Senyawa Fenol	33
G. Pengaruh Kecepatan Pengadukan terhadap Penyerapan Senyawa Fenol .	34
H. Aplikasi ke Limbah	35
BAB V PENUTUP.....	37
A. Kesimpulan	37
B. Saran.....	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN.....	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Senyawa Fenol.....	6
2. Cresol dan Xylenol.....	8
3. Pisang.....	9
4. Kurva Isoterm Langmuir.....	14
5. Skema Instrumental dari FTIR.....	16
6. Diagram Alat Spektrometer UV-Vis (<i>single beam</i>).....	19
7. Diagram Alat Spektrometer UV-Vis (<i>double beam</i>).....	19
8. Spektrum FTIR Biosorben Kulit Pisang.....	26
9. Kurva Kalibrasi Larutan Standar Fenol.....	28
10. Pengaruh pH terhadap Penyerapan Senyawa Fenol.....	29
11. Pengaruh Konsentrasi terhadap Penyerapan Senyawa Fenol	30
12. Isoterm Langmuir	31
13. Pengaruh Ukuran Partikel terhadap Penyerapan Senyawa Fenol.....	32
14. Pengaruh Waktu Kontak terhadap Penyerapan Senyawa Fenol	33
15. Pengaruh Kecepatan Pengadukan terhadap Penyerapan Senyawa Fenol.....	35

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Sifat Fisika dan Kimia Senyawa Fenol.....	7
2. Klasifikasi Tanaman Pisang.....	9
3. Komposisi Kimia Pisang	10
4. Daerah Gugus Fungsi pada FTIR.....	17

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Prosedur Kerja.....	42
2. Perhitungan Pembuatan Reagen.....	46
3. Data Hasil Pengukuran.....	48
4. Spektrum FTIR Biosorben Kulit Pisang.....	56
5. Hasil Identifikasi Pisang di Herbarium Universitas Andalas.....	58
6. Dokumentasi Penelitian.....	58

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pesatnya perkembangan industri yang diharapkan dapat memenuhi kebutuhan kita saat ini ternyata membawa dampak yang serius terhadap lingkungan. Dampak tersebut dapat mengakibatkan terjadinya pencemaran lingkungan yang diakibatkan karena adanya limbah yang tidak ditangani dengan baik. Pada umumnya industri membuang limbah ke perairan tanpa pengolahan yang terlebih dahulu. Hal ini dapat mengakibatkan kerusakan ekosistem perairan dan gangguan kesehatan manusia (Zultinar, 2011).

Beberapa industri yang dapat mencemari lingkungan adalah industri penyulingan minyak bumi, gas, farmasi, industri rumah tangga, rumah sakit, industri kayu, operasi batubara, plastik, pestisida organik, sintetik resin, peleburan logam, industri pulp dan kertas serta industri cat (Juwita, 2011; Fadli, 2010; Aufa, 2017). Menurut Sonny (2011), salah satu limbah yang dihasilkan dari beberapa industri tersebut adalah limbah organik seperti fenol. Fenol merupakan senyawa organik yang termasuk dalam golongan limbah B3 (Bahan Beracun dan Berbahaya) karena sifatnya yang toksisitas.

Fenol merupakan merupakan senyawa organik yang dapat digolongkan bahan beracun dan berbahaya karena memiliki sifat toksisitas yang tinggi dalam air, yang dapat menyebabkan gangguan ekosistem air yang dapat menyebabkan kehidupan biota laut terancam. Dan gangguan kesehatan manusia seperti

kerusakan hati, kerusakan sel darah merah, daire bahkan kematian (Juwita dkk, 2011).

Dampak pada manusia akibat menghirup fenol di udara dapat menyebabkan efek jangka pendek diantaranya adalah iritasi pernapasan, sakit kepala, dan mata terbakar, sedangkan efek berbahaya paparan tingkat tinggi fenol dapat menyebabkan kelemahan, nyeri otot, anoreksia (ketakutan terhadap perubahan berat badan), penurunan berat badan, dan kelelahan bahkan dapat menyebabkan kanker pernapasan serta penyakit jantung dan juga akan mengakibatkan kematian (Aufa, 2017).

Menurut KEPMEN RI No. 51/MENLH/10/1995 senyawa fenol dapat dinyatakan aman bagi lingkungan jika konsentrasinya berkisar antara 0,5-1 mg/L dan ambang batas fenol dalam baku mutu air minum adalah 0,002 mg/L (Slamet, 2008).

Beberapa teknologi yang dapat menghilangkan fenol dari air limbah industri diklasifikasikan sebagai metode konvensional dan modern. Metode konvensional yang telah diterapkan adalah distilasi uap (Sklavos et al, 2015), ekstraksi cair-cair (Abbasi et al, 2014), adsorpsi (Mukherjee et al, 2014), wet air oxidation (Epinosa de los menteros et al, 2015), dan biodegradasi (Rafiei et al, 2014). Teknologi modern untuk menghilangkan fenol meliputi oksidasi elektrokimiawi (Tasic et al, 2014), ozonisasi (Felis dan Miksch, 2015), UV/H₂O₂ (Karci et al, 2013), reaksi Fenton (Amor et al, 2015), proses membran (Loh et al, 2016) dan penanganan enzimatik. Namun metode ini, membutuhkan biaya yang mahal dan memerlukan bahan kimia yang banyak (Aufa, 2017).

Mengingat bahaya yang ditimbulkan oleh fenol serta rendahnya konsentrasi yang dibolehkan, maka diperlukan suatu metode yang dapat menanggulangi permasalahan pencemaran fenol tersebut yaitu biosorpsi yang merupakan suatu metode yang potensial karena prosesnya sederhana, dapat bekerja pada konsentrasi rendah, serta biaya yang dibutuhkan itu lebih murah (Ningsih, 2007).

Metode ini menggunakan suatu biomassa yang berfungsi sebagai biosorben yang dapat menyerap suatu biosorbat. Saat ini, penggunaan biomassa sebagai biosorben yang alternatif dan rendah biaya (low-cost) telah banyak digunakan dan dikembangkan karena keberadaannya yang melimpah di alam. Beberapa biosorben rendah biaya (low-cost) seperti arang tempurung kelapa (Gilar, 2013), tandan kosong kelapa sawit (Fadli dkk, 2002), zeolit (Juwita, 2011; Slamet, 2008), kitin (Zultiniar, 2011), tempurung kluwak (Arif, 2015).

Material-material tersebut dapat digunakan untuk menghilangkan senyawa fenol karena mengandung komponen lignoselulosa, karbon aktif, nitrogen, pospor, kalium, kalsium, magnesium, protein, kalsium karbonat. Akhir-akhir ini, telah diteliti bahwa kulit pisang dapat dimanfaatkan untuk menyerap fenol dimana kulit pisang tersebut tidak diaktivasi dan kapasitas serapan yang didapatkan yaitu sebesar 0,275 g/L (Achak et al, 2009).

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 juga terdapat gugus fungsi seperti gugus karboksilat (-COOH), hidroksil (-OH), dan gugus amina (-NH₂).

Berdasarkan uraian diatas, maka penelitian ini akan mengkaji tentang optimasi penyerapan fenol menggunakan kulit pisang kepok (*Musa balbisiana* Colla) dengan menggunakan metoda Batch.

B. Identifikasi Masalah

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

1. Senyawa fenol yang dapat mencemari lingkungan terutama perairan sehingga perlu diatasi.
2. Keberadaan kulit pisang kepok yang banyak yang belum dimanfaatkan dengan baik.

C. 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 dikontakkan dengan fenol dikarakterisasi dengan menggunakan FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*).
3. Penentuan kapasitas penyerapan kulit pisang kepok terhadap fenol menggunakan alat instrumen Spektrofotometer UV-Vis.

4. Variabel penelitian adalah variasi pH, variasi konsentrasi, variasi ukuran partikel biosorben kulit pisang kepok, variasi waktu kontak dan variasi kecepatan pengadukan.

D. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh pH, konsentrasi, ukuran biosorben, waktu kontak dan kecepatan pengadukan terhadap daya serap kulit pisang kepok pada senyawa fenol?
2. Berapa kapasitas penyerapan maksimum senyawa fenol oleh kulit pisang kepok (*Musa balbisiana* Colla)?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menentukan kondisi optimum penyerapan fenol dari biosorben kulit pisang kepok (*Musa balbisiana* Colla).
2. Mengetahui kapasitas penyerapan senyawa fenol oleh biosorben kulit pisang kepok (*Musa balbisiana* Colla).

F. Manfaat Penelitian

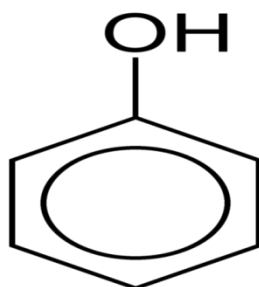
Adapun manfaat dari penelitian ini adalah dapat memberikan informasi kepada pembaca tentang kandungan kulit pisang kepok sehingga dapat digunakan sebagai biosorben untuk menyerap senyawa fenol.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Fenol

Fenol merupakan senyawa aromatis dengan rumus molekul C_6H_5OH . Fenol dikenal sebagai senyawa beracun yang terdapat pada bahan-bahan yang digunakan untuk keperluan sehari-hari seperti keperluan rumah tangga sebagai desinfektan dan antiseptik yang digunakan dalam pengobatan medis di rumah sakit. Kristal fenol dapat mencair dikarenakan dapat menyerap uap air dari udara. Struktur senyawa fenol dapat dilihat pada Gambar 1.



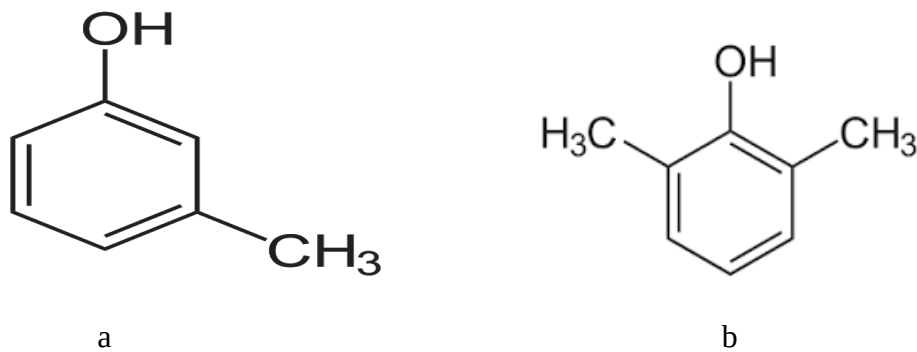
Gambar 1. Senyawa Fenol

Fenol memiliki bau yang merangsang sehingga dapat diketahui dan berbahaya jika mengenai tubuh manusia karena fenol dapat menyebabkan luka bakar (Fadli Ahmad, dkk. 2002). Sifat fisika dan kimia fenol dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Sifat fisika dan kimia fenol (Sumber: Encyclopedia of Chemical Technology)

Sifat	Nilai
Berat molekul, g/mol	194,44
Titik beku, °C	40,91
Titik didih, °C	181,84
Densitas, kg/cm ³	
D 25 (padat)	1,132
D 41 (cair)	1,0576
D 60 (cair)	1,0413
Temperatur kritis, °C	419
Tekanan kritis, Mpa	6,11
Kalor jenis, J/Gk	
Pada 4 °C	1,24
Pada 22,7 °C	1,41
Pada 70-74 °C	2,22
Viskositas, Pa.s	
Pada 60 °C	2,47
Pada 80 °C	1,56
Pada 100 °C	1,09
Kalor pembentukan, J/g	122,1
Kalor pembakaran, J/g	-32,428
Kalor pengupan, J/g	487,9
Flash point, °C	78-85
Autoignition point, °C	715
Tekanan uap jenuh, mmHg	0,36

Tingkat toksisitas fenol berbagai jenis berdasarkan jumlah atom atau molekul yang melekat pada rantai benzene-nya. Misalnya fenol terklorinasi, semakin banyak atom klorin yang diikat rantai benzena maka semakin toksik atau berbahaya. Klorofenol lebih bersifat toksik pada biota air, seperti akumulasi dan lebih persisten dibanding dengan fenol sederhana. Fenol sederhana seperti cresol dan xilenol mudah larut dalam air dan lebih mudah didegradasi. Struktur cresol dan xilenol dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. (a) Cresol, (b) Xylenol.

Senyawa fenol sering ditemukan di perairan. Sumber pencemaran fenol di laut berasal dari tumpahan minyak mentah, tumpahan bahan bakar kapal maupun pembuangan limbah industri minyak bumi. Senyawa fenol dapat didegradasi oleh mikroorganisme pengurai fenol, namun jumlah dan kemampuan mikroorganisme pengurai fenol sangat terbatas karena sifat toksiknya (Dewilda, Afrianita, & Iman, 2012).

B. Pisang Kepok (*Musa balbisiana* Colla)

Tanaman pisang kepok merupakan tanaman asli asia tenggara termasuk indonesia, yang mempunyai nama latin *Musa balbisiana* Colla. Nama ini diambil dari dokter kaisar Romawi Octavianus Augustus yang bernama Antonius Musa pada 63 SM (Munadjim, 1988). Gambar tanaman pisang kepok dan klasifikasi tanaman pisang kepok dapat dilihat pada Gambar 2 dan Tabel 2.



Gambar 3. Pisang kepok (*Musa balbisiana* Colla) (Esiklopedia Flora, 2010)

Tabel 2. Klasifikasi Tanaman Pisang Kepok (Tjitrosoepomo, 1991).

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

Pisang adalah buah yang tumbuh berkelompok. Tanaman dari family *Musaceae* ini hidup di daerah tropis dengan jenis yang berbeda-beda. Seperti pisang ambon, pisang sereh, pisang raja, pisang tanduk, pisang sunripe, dan pisang kepok. Produktivitas budidaya pisang di Indonesia semakin membaik pada tahun 1999; 39, 1 ton/ha menjadi 48,75 ton/ha pada tahun 2003 (Radyawati, 2011).

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki keanekaragaman tumbuhan salah satunya tumbuhan pisang, sehingga menjadikannya salah satu pengekspor pisang. Seluruh bagian dari tanaman pisang dapat dimanfaatkan mulai dari batang, bunga, daun dan buahnya. Dalam setiap buahnya yang sudah matang memiliki kandungan gizi yang tinggi seperti kalori, protein, lemak, karbohidrat,

serat, kalsium, fosfor, zat besi, vitamin A, vitamin B, vitamin C serta juga mengandung air. Buah pisang juga dapat membantu mengatasi depresi, anemia, tekanan darah tinggi, sembelit, sakit jantung, gangguan saraf serta dapat mensuplai energi dalam otak (Ida, dkk. 2018).

Kulit pisang memiliki banyak manfaat, akan tetapi masih belum banyak dimanfaatkan oleh masyarakat. Kulit pisang dapat meredakan nyeri yang terdapat pada luka bakar, mengatasi rasa gatal pada kulit, mengobati kutil, serta dapat mempercepat penyembuhan luka yang sudah mulai kering dan juga dapat berfungsi sebagai pupuk (Ida, dkk. 2018).

Pada proses pengolahan pisang tentu terdapat kulit pisang yang hanya menjadi limbah dan sebagai bahan pangan ternak. Persentase kandungan kulit pisang kepek dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Komposisi Kimia Kulit Pisang (Vilardi , 2017)

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

C. Biosorpsi

Biosorpsi merupakan proses penyerapan padatan yang berasal dari alam untuk berikatan dengan suatu polutan yang terdapat dalam suatu larutan. 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.

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 reversibel 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 $20,92 \text{ kJ/mol}^{-1}$ (Adamson, 1990).

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

- 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 antara senyawa dengan ion H^+ . Begitu juga sebaliknya, semakin besar pH maka daya serapan semakin kecil.

- Konsentrasi adsorbat

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

- Ukuran Adsorbat

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

- Luas permukaan

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

- Waktu kontak

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

c. Isoterm Adsorpsi

Isoterm adsorpsi merupakan suatu hal yang fundamental untuk dapat menentukan kapasitas maksimum dari adsorben, yaitu dengan melihat fungsi konsentrasi zat terlarut yang terserap pada padatan terhadap konsentrasi larutan. Isoterm adsorpsi ini digunakan untuk menggambarkan hubungan antara adsorben dan zat yang teradsorpsi dalam suatu kesetimbangan (Hasriati, 2012)

Adsorpsi fase cair-padat pada umumnya mengikuti tipe isoterm Freundlich dan Langmuir :

- Isoterm Adsorpsi Langmuir

Isoterm Langmuir merupakan proses adsorpsi yang berlangsung secara kimisorpsi satu lapisan. Kimisorpsi adalah adsorpsi yang terjadi melalui ikatan kimia yang sangat kuat antara tapak aktif permukaan dengan molekul adsorbat dan dipengaruhi oleh densitas elektron. Adsorpsi satu lapisan terjadi karena ikatan kimia biasanya bersifat spesifik, sehingga permukaan adsorben dapat mengikat

adsorbat dengan ikatan kimia. Persamaan isotherm adsorpsi Langmuir dapat diturunkan secara teoritis dengan menganggap terjadinya kesetimbangan antara molekul-molekul zat yang diadsorpsi pada permukaan adsorben dengan molekul-molekul zat yang tidak teradsorpsi sebagai berikut:

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{qmKI} + \frac{1}{qm} C_e$$

$$y = b + ax$$

Keterangan :

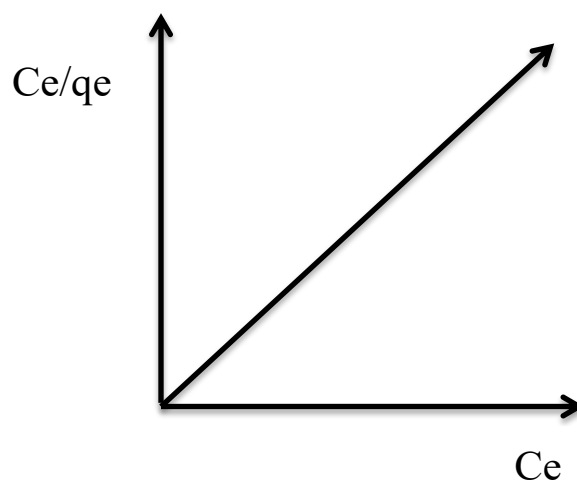
C_e : Konsentrasi kesetimbangan

q_e : Jumlah zat yang mengalami adsorbs per gram adsorben (mg/g)

qm : Kapasitas serapan maksimum (mg/g)

KI : Ketetapan kesetimbangan (afinitas serapan)

Apabila telah memenuhi persamaan isotherm Langmuir, maka akan menghasilkan antara C_e terhadap tegak lurus terhadap $1/qm$ dan intersep terhadap $1/qm KI$. Contoh kurva isotherm Langmuir dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Kurva Isotherm Adsorbs Langmuir

Persamaan Langmuir dapat menyatakan bahwa pada permukaan adsorben terdapat adanya pusat aktif yang memiliki jumlah yang sama dengan luas permukaan pusat aktif hanya akan menyerap 1 molekul. Apabila terdapat data yang diperoleh menyatakan adanya tegak lurus antara C_e/q_e berarti telah memenuhi persamaan isotherm Langmuir. Menyatakan bahwa zat yang terserap pada permukaan pusat aktif membentuk lapisan tunggal (monolayer adsorption) (Feng et al, 2011).

- Isoterm Adsorpsi Freundlich

Isoterm Freundlich merupakan proses adsorpsi yang terjadi secara fisisorpsi banyak lapisan. Fisisorpsi adalah adsorpsi yang hanya melibatkan gaya intermolekul dan ikatannya lemah. Persamaan isoterm adsorpsi Freundlich didasarkan atas terbentuknya lapisan monolayer dari molekul-molekul adsorbat pada permukaan adsorben. Namun pada adsorpsi Freundlich tapak-tapak aktif pada permukaan adsorben bersifat heterogen. Menurut Atkins (1999), pada proses adsorpsi zat terlarut pada permukaan padatan diterapkan isoterm Freundlich yang diturunkan secara empiris dengan bentuk persamaan:

$$q_e = K C_e^{1/n}$$

Apabila dilogaritmakan, persamaan isoterm Freundlich dapat dituliskan sebagai berikut:

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

Keterangan :

q_e = massa zat yang teradsorpsi per massa zat adsorben

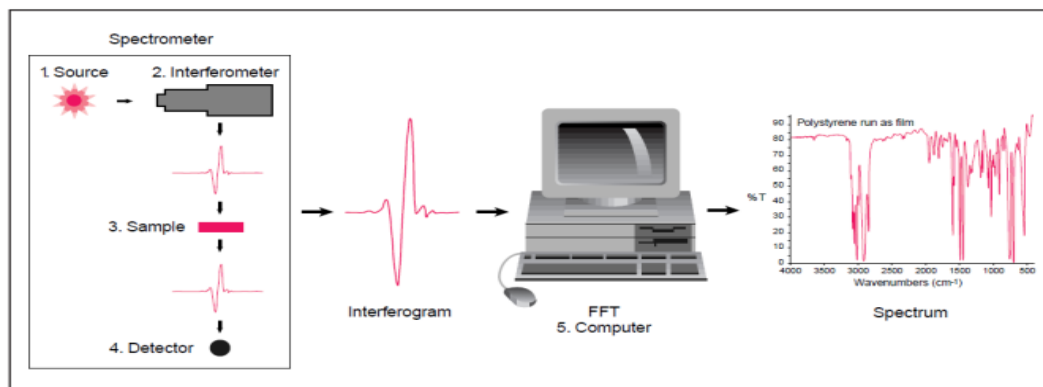
C_e = konsentrasi larutan, dimana n dan k adalah ketetapan

Molekul-molekul yang berikatan pada adsorben pada tiap-tiap arah sama maka gaya tarik antar satu molekul dan molekul yang lain pada sekeliling adsorben akan seimbang. Satu gaya tarik yang dihasilkan akan dinetralkan dengan gaya tarik yang simetris dan resultan gaya nya sama dengan nol. Sedangkan pada permukaan tidak terjadi gaya tarik menarik antara satu dengan yang lainnya simetris hal ini dikarenakan pada permukaan, akan terdapat satu arah yang akan menarik molekul-molekul gas atau solute ke permukaan, hal ini lah yang disebut dengan adsorbs.

D. Karakterisasi

1. *Fuorier 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 dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. 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). Daerah gugus fungsi pada FTIR dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Daerah gugus fungsi pada FTIR (Principle of Instrumental Analysis, Skoog, Holler, Nieman. 1998).

Ikatan	Tipe Senyawa	Daerah Frekuensi (cm ⁻¹)	Intensitas
C – H	Alkana	2850 – 2970 1340 – 1470	Kuat Kuat
C – H	Alkena	3010 – 3095 675 – 995	Sedang Kuat
C – H	Alkuna	3300	Kuat
C – H	Cincin Aromatik	3010 – 3100 690 – 900	Sedang Kuat
O – H	Fenol, monomer alkohol, alkohol ikatan hidrogen, fenol Monomer asam karboksilat, ikatan hidrogen asam karboksilat	3590 – 3650 3200 – 3600 3500 – 3650 2500 – 2700	Berubah-ubah Berubah-ubah, terkadang melebar Sedang Melebar
N – H	Amina, Amida	3300 – 3500	Sedang
C = C	Alkena	1610 – 1680	Berubah-ubah
C = C	Cincin Aromatik	1500 – 1600	Berubah-ubah
C≡C	Alkuna	2100 – 2260	Berubah-ubah
C – N	Amina, Amida	1180 – 1360	Kuat
C≡N	Nitril	2210 – 2280	Kuat
C – O	Alkohol, Eter, Asam Karboksilat, Ester	1050 – 1300	Kuat
C = O	Aldehid, Keton, Asam Karboksilat, Ester	1690 – 1760	Kuat
NO ₂	Senyawa Nitro	1500 – 1570 1300 – 1370	Kuat Kuat

2. Spektrofotometer UV-Vis

Spektrofotometer adalah alat yang terdiri dari spektrometer dan fotometer.

Spektrofotometer menghasilkan sinar dari spektrum dengan panjang gelombang

tertentu, sedangkan fotometer adalah alat untuk pengukur intensitas cahaya yang ditransmisikan atau yang diabsorpsi (Khopkar, 1990).

Spektrofotometer merupakan sebuah instrumen yang mengukur absorbansi atau penyerapan cahaya dengan energi (panjang gelombang) tertentu oleh suatu atom atau molekul. Molekul dalam daerah energi ini akan mengalami transisi elektron (Clark, 1993).

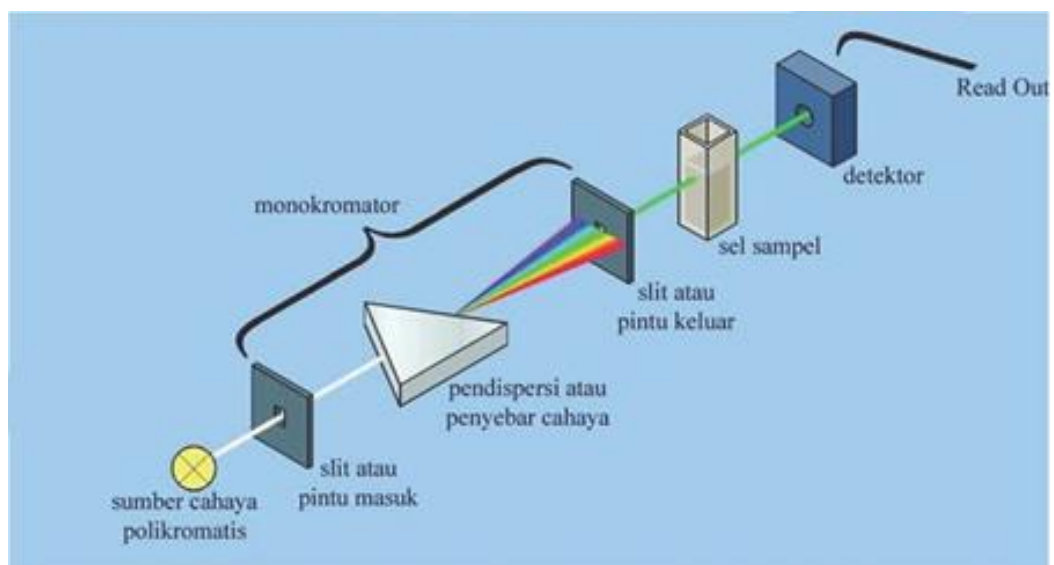
Prinsip kerja spektrofotometer UV-Vis yaitu larutan yang berwarna dalam tabung reaksi khusus dimasukkan ke tempat cuplikan dan absorbansi atau % transmitansi dapat dibaca pada skala pembacaan. Sumber cahaya berupa lampu tungsten akan memancarkan sinar polikromatik. Setelah melewati pengaturan panjang gelombang hanya sinar yang monokromatis dilewatkan ke larutan dan sinar yang melewati larutan dideteksi oleh fotodetektor (Hendayana, 1994).

Spektrofotometer UV-Visible bekerja pada kisaran panjang gelombang 200-400 nm untuk daerah UV dan 400-780 nm untuk daerah Visible (Khopkar, 1990). Pada dasarnya komponen spektrofotometer UV-Vis hanya terdiri atas sumber energi cahaya, monokromator dan detektor. Spektrofotometer UV-Vis terbagi atas dua macam yaitu *Single-beam* dan *Double-beam*.

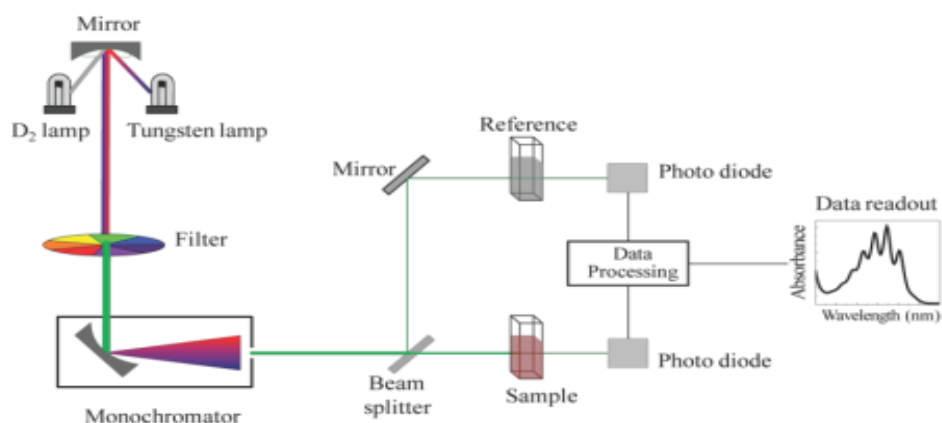
Single beam dapat digunakan kuantitatif dengan mengukur absorbansi pada panjang gelombang tunggal. Panjang gelombang yang dihasilkan pada single beam yaitu antara 90-1000 nm. Keuntungan dari single beam adalah sederhana, harga murah dan mengurangi biaya.

Double-beam dibuat untuk digunakan pada panjang gelombang 190 sampai 750 nm. Double-beam instrument dimana mempunyai dua sinar yang

dibentuk oleh potongan cermin yang berbentuk V yang disebut pemecah sinar. Sinar pertama melewati larutan blanko dan sinar kedua secara serentak melewati sampel, mencocokkan fotodetektor yang keluar menjelaskan perbandingan yang ditetapkan secara elektronik dan ditunjukkan oleh alat pembaca. Skema instrumental spektrofotometer UV-Vis (*single beam*) dan spektrofotometer UV-Vis (*double beam*) dapat dilihat pada gambar 6 dan gambar 7.



Gambar 6. Skema instrumental spektrometer UV-Vis (*single beam*)



Gambar 7. Skema instrumental spektrofotometer UV-Vis (*Double-beam*)

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Dari penelitian tentang optimasi penyerapan fenol menggunakan kulit pisang kepok (*Musa balbisiana* Colla) sebagai biosorben dapat disimpulkan bahwa:

1. Kondisi optimum untuk penyerapan senyawa fenol secara spektrofotometri UV-Vis adalah pH 4, konsentrasi 50 ppm, ukuran partikel biosorben 180, waktu kontak 45 menit, kecepatan pengadukan 200 rpm.
2. Kapasitas serapan maksimum fenol oleh biosorben kulit pisang kepok (*Musa balbisiana* Colla) sebesar 1,23 mg/g.

B. Saran

1. Melakukan optimasi lebih lanjut penyerapan senyawa fenol dengan menggunakan biosorben lainnya, sehingga metode ini dapat dipakai lebih lanjut untuk menganalisis kapasitas penyerapan senyawa fenol dengan rentang pengukuran yang lebih luas.
2. Melakukan penelitian untuk menyerap senyawa lainya dengan menggunakan kulit pisang sebagai biomassa.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbassi A., et al. *Cloud Point Extraction of Phenolic Compounds from Pretreated Olive Mill Wastewater*. J Environ Chem Eng. 2014;2:1480-6.
- Achak, M., et al. 2009. *Low Cost Biosorbent "Banana Peel" for the Removal of Phenolic Compounds from Olive Mill Wastewater: Kinetik and Equilibrium Studies*. Journal of Hazardous Material; 166: 117-125.
- Adamson, A. W. 1990. *Physical Chemistry of Surface*. Fifth edition. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Amor C., et al. 2015. *Combined Treatment of Olive Mill Wastewater by Fenton's Reagent and Anaerobic Biological Process*. J Environ Sci Health; 50: 161-8.
- 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.
- Arif, Abdul Rahman., dkk. 2015. *Adsorpsi Karbon Aktif dari Tempurung Kluwak (Pangium edule) Terhadap Penurunan Fenol*. Makasar: UIN Alauddin Makasar.
- Atkins, P. W. 1999. *Kimia Fisik. Edisi Ke- 4*. Irma I. K. penerjemah. Jakarta: Erlangga. Terjemahan dari: Physical Chemistry.
- Aufa, Rifqi. 2017. *Teknik Penyisihan Fenol dari Air Limbah*. Bandung: Teknik Kimia ITB.
- C. Pujiastuti dkk. 2008. *Adsorpsi Logam Timbal Dalam Limbah Elektroplating dengan Sekam Padi*. ISSN. 1978-0427.
- 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 Deparaffinized Bone Tissue Samples As A Diagnostic Tool For Ewing Sarcoma Of Bone*. Journal Of Infrared Physics & Technology, INFPHY-2340.
- Clark. B.J. 1993. *UV Spectroscopy Techniques Instrumentations, Data Handling*. London: Chapman dan Hall.