

**ADSORPSI LOGAM BERAT Pb(II) DENGAN ADSORBEN
KARBON AKTIF KULIT DURIAN**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar

Sarjana Sains



**Oleh:
DEVI LESTARI
NIM. 17036106/2017**

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

PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI

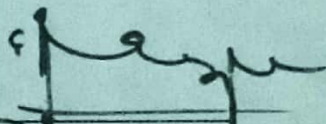
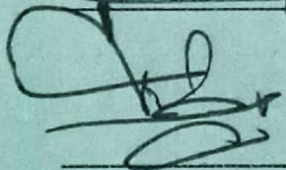
Nama : Devi Lestari
NIM : 17036106
Program Studi : Kimia (NK)
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

ADSORPSI LOGAM BERAT Pb(II) DENGAN ADSORBEN KARBON AKTIF KULIT DURIAN

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

Padang, Agustus 2021

Tim Penguji

	Nama	Tanda tangan
Ketua	: Edi Nasra, S.Si., M.Si	
Anggota	: Miftahul Khair, S.Si., M.Sc., Ph.D	
Anggota	: Dr. Desy Kurniawati, M.Si	

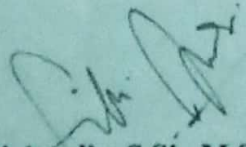
PERSETUJUAN SKRIPSI

ADSORPSI LOGAM BERAT Pb(II) DENGAN ADSORBEN KARBON AKTIF KULIT DURIAN

Nama : Devi Lestari
NIM : 17036106
Program Studi : Kimia (NK)
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

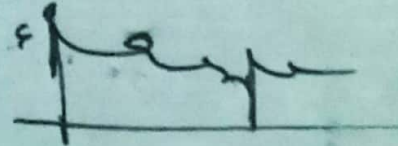
Padang, Agustus 2021

Mengetahui:
Ketua Jurusan



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

Disetujui oleh:
Dosen Pembimbing



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

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

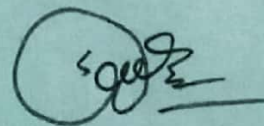
Nama	: Devi Lestari
NIM	: 17036106
Tempat/Tanggal lahir	: Duri/7 April 1999
Program Studi	: Kimia
Jurusan	: Kimia
Fakultas	: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Judul Skripsi	: Adsorpsi Logam Berat Pb(II) dengan Adsorben Karbon Aktif Kulit Durian

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, Agustus 2021
Yang menyatakan



Devi Lestari
NIM : 17036106

ADSORPSI LOGAM BERAT Pb(II) DENGAN ADSORBEN KARBON AKTIF KULIT DURIAN

Devi Lestari

ABSTRAK

Timbal (Pb^{2+}) merupakan salah satu logam berat bersifat toksik dan berbahaya jika terakumulasi dalam tubuh. Timbal menjadi logam berbahaya yang berasal dari limbah industri *elektroplating*, penyepuhan, produk listrik, dan lainnya. Suatu metode efektif untuk penanganan dampak dari pencemaran perairan oleh limbah timbal paling efisien yaitu metode adsorpsi yang mana menggunakan karbon aktif kulit durian. Tujuan penelitian ini yaitu dapat menentukan kondisi optimum penyerapan dan kapasitas optimum penyerapan timbal dengan metode *batch* dengan variasi pH, konsentrasi, kecepatan pengadukan, waktu kontak dan massa adsorban. Hasil penelitian menunjukkan kapasitas penyerapan pada kondisi optimum terhadap adsorpsi ion logam Pb^{2+} pada pH 3, konsentrasi 280 mg/L, kecepatan pengadukan 250 rpm, waktu kontak 150 menit dan massa adsorben 0,6 gram dengan kapasitas serapan sebesar 34,145 mg/g. Adapun pendekatan isoterm adsorpsi yang didapat yaitu persamaan Langmuir dengan nilai koefisien regresi yang mendekati 1 ($R_2 = 0,999$).

Kata Kunci: Logam berat Timbal, Adsorpsi, Karbon Aktif, kulit durian, metode *Batch*

ADSORPTION OF Pb(II) HEAVY METALS WITH ACTIVATED CARBON ADSORBENT OF DURIAN PEEL

Devi Lestari

ABSTRACT

Lead (Pb^{2+}) is one of the heavy metals toxic and dangerous if accumulated in the body. Lead becomes a hazardous metal derived from industrial waste electroplating, gilding, electrical products, and others. An effective method for handling the impact of water pollution by lead waste is the most efficient method of adsorption which uses activated carbon of durian peel. The purpose of this study is to determine the optimum condition of absorption and optimum capacity of lead absorption by batch method with variations in pH, concentration, stirring speed, contact time and adsorbent mass. The results showed absorption capacity at optimum conditions against Lead adsorption (Pb^{2+}) at pH 3, concentration 280 mg/L, stirring speed of 250 rpm, contact time of 150 minutes and adsorbent mass of 0.6 grams with absorption capacity of 34,145 mg/g. The approach of isotherm adsorption obtained is langmuit equation with a regression coefficient value approaching 1 ($R^2 = 0.999$).

Keywords: Lead Heavy Metals, Adsorption, Activated Carbon, Durian Peel, Batch Method

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti 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 material kepada:

1. Kedua orang tua Mamak dan Ayah yang telah memberikan doa, serta dukungan baik berupa materi dan moral.
2. Kedua saudara kandungku, Ayu Lestari, S.Pd dan Bintang Setiawan yang senantiasa memberikan semangat dan motivasi.
3. Bapak Edi Nasra, S.Si., M.Si sebagai Pembimbing Penelitian dalam penyelesaian skripsi ini dan juga sekaligus sebagai Pembimbing Akademik.
4. Bapak Miftahul Khair, M.Sc., Ph.D dan ibuk Dr. Desy Kurniawati, S.Pd., M.Si sebagai dosen pembahas penelitian.
5. Ibuk Fitri Amelia, S.Si., M.Si., Ph.D sebagai Ketua Jurusan Kimia.
6. Bapak Budi Oktavia S.Si., M.Si., Ph.D sebagai Ketua Program Studi Kimia.
7. Dosen dan tenaga pendidik Kimia FMIPA UNP.
8. Bapak dan ibuk staff akademik FMIPA UNP yang senantiasa membantu dalam memberikan fasilitas.
9. Bapak dan ibuk staff Laboratorium Kimia FMIPA UNP dan Laboratorium Lembaga Layanan Pendidikan Tinggi Wilayah X.
10. Teruntuk sahabatku Tari, Dinda, Afifah dan Anggi member Favindaringgi yang selalu memberi semangat dan kata kata “yok bisa yok”.

11. Teman – teman anggota grup Nikah Massal, Camon, Ivana, Tiha, Hanny, Vine, dan Ayunida yang saling memberikan motivasi, bantuan dalam mengerjakan skripsi.
12. Teruntuk Tengku Syed, Rizki, Ronald dan Pipit yang telah memberikan semangat dan motivasi.
13. Teruntuk member 7icons yang paling hits dimasanya, Wenni, Nadia, Helen, Rhiva, Friska, Icut yang telah memberikan dukungan.
14. Teman – teman seperjuangan Kimia NK terkhusus Fani, Laura, Ferdi, Iki, Wahyu, Habi yang telah menemani penelitian sampai larut malam di Laboratorium.
15. Serta masih banyak lagi pihak-pihak yang sangat berpengaruh dalam proses penyelesaian skripsi yang tidak bisa peneliti sebutkan satu persatu.

Padang, Agustus 2021

Penulis

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT, karena berkat Rahmat dan Hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian yang berjudul **“Adsorpsi Logam Berat Pb(II) dengan Adsorben Karbon Aktif Kulit Durian”**. Shalawat dan salam kepada Rasulullah SAW yang telah membawa perubahan pada kehidupan kita saat ini. Skripsi ini diajukan untuk melengkapi dan memenuhi persyaratan kelulusan dalam rangka memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) pada Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Selama penulisan skripsi ini, penulis banyak mendapat bimbingan, saran, dan bantuan dari berbagai pihak. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan penyusunan skripsi ini.

Padang, Agustus 2021

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	vi
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	4
E. Tujuan Penelitian	5
F. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJUAN PUSTAKA	6
A. Kulit Durian	6
B. Karbon Aktif	7
C. Timbal (Pb)	10
D. Adsorpsi	10
E. Penggunaan Instrumen	13
1. <i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy</i> (FTIR)	13
2. <i>Atomic Absorption Spectrometry</i> (AAS)	14
BAB III METODE PENELITIAN	19
A. Waktu dan Tempat	19
B. Variabel Penelitian	19
C. Alat dan Bahan	19
1. Alat	19
2. Bahan	20
D. Prosedur Penelitian	20
1. Pembuatan Reagen	20
2. Preparasi Sampel	21
3. Penentuan Kualitas Karbon Aktif	22
4. Perlakuan Penelitian dengan Metode Batch	25
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kulit Durian.....	7
2. Karbon Kulit Durian	8
3. Struktur Kimia Karbon Aktif.....	9
4. Struktur Fisik Karbon Aktif.....	9
5. Alat instrumen FTIR	14
6. Pengujian Sampel dengan AAS.....	15
7. Skema pengujian dengan spektroskopi serapan atom.....	16
8. Spektrum FTIR kulit durian, karbon sebelum aktivasi, karbon setelah aktivasi, karbon komersial dan karbon setelah pengontakan dengan sampel	31
9. Grafik pengaruh pH terhadap kapasitas penyerapan logam Pb menggunakan karbon aktif kulit durian.....	35
10. Grafik pengaruh konsentrasi terhadap kapasitas penyerapan logam Pb menggunakan karbon aktif kulit durian	36
11. Kurva isoterm Langmuir	38
12. Kurva isoterm Freundlich.....	38
13. Grafik pengaruh kecepatan pengadukan terhadap kapasitas penyerapan logam Pb menggunakan karbon aktif kulit durian	40
14. Grafik waktu kontak terhadap kapasitas penyerapan logam Pb menggunakan karbon aktif kulit durian.....	41
15. Grafik massa adsorben terhadap kapasitas penyerapan logam Pb menggunakan karbon aktif kulit durian.....	43

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Taksonomi Tanaman Durian	6
Tabel 2. Komposisi Kimia Kulit Durian	7
Tabel 3. Penentuan spektrofotometri serapan atom pada logam Timbal	18
Tabel 4. Hasil Pengujian Karbon Aktif.....	28
Tabel 5. Perbedaan nilai antara Isoterm Langmuir dan Isoterm Freundlich	39

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Desain Penelitian	50
2. Preparasi larutan induk Timbal 1000 ppm	51
3. Preparasi Sampel.....	52
4. Pengujian Kualitas Karbon.....	53
5. Proses perlakuan penelitian dengan sistem Batch	55
6. Perhitungan Preparasi Reagen	60
7. Data Hasil Pengukuran Logam Timbal (II)	63
8. Dokumentasi Kegiatan Penelitian.....	75
9. Data Spektrum FT-IR Kulit Durian, karbon sebelum aktivasi, karbon setelah aktivasi, karbon komersil dan karbon setelah pengontakan.....	77

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kegiatan industri di era globalisasi memberikan manfaat yang luar biasa pada kehidupan. Segala sesuatu tersedia, mudah mendapatkannya tetapi juga memberikan efek pencemaran lingkungan. Efek yang ditimbulkan memberikan dampak buruk terhadap manusia. Pencemaran lingkungan juga dapat disebabkan oleh semakin pertumbuhan penduduk yang semakin tak terkendali. Pertumbuhan industri yang tak terkendali pada sektor apapun menghasilkan limbah buangan berbahaya dan beracun pada lingkungan jika tidak ditangani dengan optimal.

Saat ini manusia mengolah logam berat untuk kebutuhan apapun sehingga erat hubungannya terhadap pencemaran lingkungan yang terjadi. Pada lingkungan, ada dua sumber keberadaan logam berat yang terjadi. Sumber pertama yakni dari proses alamiah seperti proses geokimia, pelapukan secara kimiawi, serta hayati yang membusuk. Kegiatan industri kimia yang tumbuh pesat pada era ini merupakan sumber lain logam berat karena hasil samping tidak bisa dihindari pada aktivitas ini (Zaini & Sami, 2016).

Perairan menjadi pilihan yang tepat untuk membuang logam berat hasil samping aktivitas industri, namun logam sulit mengalami proses pengendapan. Makhluk biota perairan juga dapat terakumulasi logam baik secara difusi maupun dari kegiatan rantai makanan yang nantinya akan sampai pada manusia (Jannati et al., 2007). Pada tahun 2015, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan menyatakan sungai – sungai di Indonesia dengan persentase 68% berstatus tercemar berat (Badan Pusat Statistik, 2018). Pencemaran air sungai pada desa –

desa di Indonesia sebesar 25,1 persen yang telah mengakibatkan 7 juta penduduk Indonesia tahun 2016 menderita dan tertangani hanya 4,3 juta penderita (Badan Pusat Statistik, 2018)

Timbal adalah salah satu logam berat yang bersifat toksik terhadap manusia. Keracunan akut logam Pb ditandai oleh rasa terbakarnya mulut, terjadinya perangsangan dalam *gastrointestinal* dengan disertai diare lalu gejala keracunan kronis ditandai dengan rasa mual, anemia, sakit di sekitar perut dan dapat menyebabkan kelumpuhan (Jannati et al., 2007)

Untuk menurunkan konsentrasi ion logam dalam limbah perairan dapat dilakukan dengan beberapa metode yaitu dengan filtrasi, pengendapan, penukar ion dengan menggunakan resin dan adsorpsi. Diantara metode tersebut yang paling efektif dan umum digunakan ialah adsorpsi, hal ini dikarenakan memiliki konsep yang lebih sederhana dan juga ekonomis (Ningsih et al., 2016). Adsorpsi terbagi menjadi dua jenis metode yaitu statis (batch) dan sistem dinamis (kontinu/kolom). Pada sistem batch adalah proses adsorpsi dimana adsorben tercampur dalam larutan dengan jumlah yang tetap dan perubahan kualitasnya dipantau dalam selang waktu tertentu (S. A. Putri et al., 2019).

Metode biosorpsi menggunakan biomassa yang dikenal dengan biosorben. Biosorben yang sangat banyak gugus fungsi ini berperan dalam pengikatan biosorbat (Silvia & Nasra, 2020). Pemanfaatan biosorben telah banyak peneliti lakukan diantaranya dari kulit kakao (Sianipar et al., 2016), kulit pisang (Nasra et al., 2017), kulit salak (Utama & Kristianto, 2016), kulit singkong (Violet et al., 2018) serta kacang tanah (Oktasari, 2018).

Karbon aktif yang disebut juga arang aktif merupakan suatu bahan yang berperan dalam penyerapan ion – ion dan molekul dalam fasa gas atau cairan serta dalam bentuk senyawa organik ataupun anorganik. Adsorben dalam bentuk karbon aktif digunakan karena memiliki kemampuan yang optimal dalam penyerapan molekul. Pemanfaatan karbon aktif sebagai penyerap logam berat telah banyak dilakukan seperti Utama & Kristianto (2016) mengolah karbon aktif untuk adsorpsi logam Kromium, adsorpsi logam Fe dengan arang aktif kulit durian oleh Febriansyah et al., (2015), pengolahan karbon aktif pada kulit kakao (Sianipar et al., 2016).

Pemilihan kulit durian untuk dijadikan sumber pembuatan karbon aktif karena mengandung karbon (C) sebesar 57,42% sehingga berperan sebagai adsorben yang potensial untuk pengikatan ion – ion logam berbahaya (Hanum et al., 2017). Kulit durian juga mengandung selulosa terbanyak dengan *carboxymethylcellulose* 50% - 60% serta lignin sebesar 5% (Apriani, Faryuni, & Wahyuni, 2013). Sifat ini sama dengan adsorben lainnya seperti tempurung kelapa dan tempurung kemiri. Penelitian sebelumnya telah memanfaatkan kulit durian sebagai karbon aktif penyerap logam merkuri (Calvin, 2018), logam besi pada air gambut dengan aktivator KOH (Apriani, Faryuni, Wahyuni, et al., 2013), kromium pada limbah batik (Zarkasi et al., 2018), penyerap zat warna metilen biru (Hanum et al., 2017) sebagai adsorben untuk penyisihan detergen dan fosfat (Rajagukguk, 2018) serta untuk penentuan kadar COD, BOD dan TSS pada limbah cair industri tahu (Nabilla & Rusmini, 2019). Oleh karena itu, muncul pemikiran penulis untuk mengolah dan memanfaatkan limbah kulit durian menjadi adsorben. Pembuatan karbon aktif kulit durian ini bertujuan mengurangi

konsentrasi logam pencemar berbahaya Pb(II) diperairan serta memanfaatkan sampah kulit durian sebagai langkah tepat mengurangi pencemaran lingkungan

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dikemukakan, identifikasi masalah pada penelitian ini ialah:

1. Logam berat Pb(II) pada limbah industri dapat mencemari lingkungan sehingga perlu diatasi.
2. Kulit durian yang hanya menjadi sampah dan belum banyak dimanfaatkan dengan baik

C. Batasan Masalah

Adapun yang menjadi batasan masalah pada penelitian ini ialah:

1. Kulit durian (*Durio zibethinus Murr.*) yang dijadikan sebagai adsorben
2. Mekanisme adsorpsi dilakukan dengan memvariasikan pH, konsentrasi ion Pb^{2+} , kecepatan pengadukan, waktu kontak dan massa adsorben
3. Kulit durian kering, kulit durian sebelum dan setelah diaktivasi, setelah dikontakkan dengan ion logam Pb^{2+} , serta karbon aktif komersial yang dikarakterisasi dengan menggunakan FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*)
4. Kapasitas penyerapan karbon aktif kulit durian terhadap ion logam Pb^{2+} menggunakan instrumen AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*)

D. Rumusan Masalah

Adapun yang menjadi rumusan masalah pada penelitian ini ialah:

1. Bagaimanakah melakukan pengujian serta karakterisasi dari karbon aktif kulit durian yang disintesis?
2. Bagaimanakah kondisi optimum penyerapan ion logam Pb^{2+} terhadap pengaruh pH, konsentrasi, kecepatan pengadukan, waktu kontak, dan massa adsorben terhadap karbon aktif kulit durian?
3. Berapa kapasitas optimum penyerapan karbon aktif durian terhadap ion logam berat Pb^{2+} ?

E. Tujuan Penelitian

Adapun yang menjadi tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengujian serta karakterisasi karbon aktif kulit durian yang telah disintesis
2. Mengetahui kondisi optimum setiap variabel – variabel yang diujikan pada penyerapan ion logam $Pb(II)$ oleh adsorben karbon aktif kulit durian
3. Menentukan kapasitas penyerapan oleh adsorben karbon aktif kulit durian pada ion logam $Pb(II)$

F. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah :

1. Menginformasikan tentang pemanfaatan kulit durian untuk dijadikan sebagai adsorben untuk menyerap logam berat berbahaya dan beracun
2. Memberikan informasi tentang cara penanggulangan pencemaran lingkungan dengan menggunakan adsorben kulit durian dalam menyerap logam timbal
3. Dapat menanggulangi dan memanfaatkan limbah kulit durian yang tidak termanfaatkan serta hanya menyebabkan permasalahan lingkungan.

BAB II

TINJUAN PUSTAKA

A. Kulit Durian

Durian (*Durio zibenthinus*Murr.) merupakan salah satu tumbuhan tropis asli Asia Tenggara dan populer sebagai raja buah(Yuniastuti et al., 2018).Tanaman durian adalah buah endemik Indonesia yang menempati posisi ke-4 buah nasional dengan produksi yang tidak merata sepanjang tahun, sebanyak 700 ribu ton per tahun(Pampang et al., 2015).Taksonomi tumbuhan durian menurut Wiryanta (2008) diklasifikasikan sebagai berikut:

Tabel 1. Taksonomi Tanaman Durian

Regnum	Plantarum
Divisio	Magnoliophyta
Klasis	Magnoliopsida
Ordo	Malvales
Familia	Bombacaceae
Genus	Durio
Spesies	Durio zibethinus Murr.

Tanaman durian memiliki manfaat yang multi fungsi, baik dari daging buah, kulit hingga biji. Selain cita rasanya yang enak, daging buah durian banyak dikonsumsi oleh masyarakat karena memiliki kandungan gizi yang tinggi. Sedangkan kulit dan biji durian hanyasebagai limbah. Padahal persentase berat bagian daging durian termasuk rendah yaitu hanya 20-35%. Hal ini berarti sekitar 60-75% kulit serta 5-15% biji durian belum bermanfaat secara maksimal (Prasetyaningrum, 2010). Dapat diperkirakan limbah kulit durian yang dihasilkan sekitar 556.360 ton per tahunnya(Pampang et al., 2015). Hal ini menimbulkan

kekhawatirkan karena menjadi sampah jika tidak dimanfaatkan. Kulit durian dapat diolah menjadi karbon aktif yang potensial karena mengandung karbon yang cukup tinggi yaitu 57,42 %(Hanum et al., 2017).

Tabel 2. Komposisi Kimia Kulit Durian(Hanum et al., 2017)

Unsur	Komposisi (%)
Karbon	57,42
Oksigen	31,94
Hidrogen	1,13
Nitrogen	8,41
Sulfur	1,10



Gambar 1. Kulit Durian

B. Karbon Aktif

Arang adalah padatan yang memiliki pori mengandung karbon sebesar 85-95% dihasilkan dari bahan-bahan yang mengalami pemanasan pada suhu tinggi. Arang aktif biasanya disebut karbon aktif yang berkemampuan dalam menyerap beberapa jenis zat cair maupun gas. Pemanasan pada bahan yang mengandung karbon diusahakan agar tidak terjadi kebocoran udara di dalam ruangan

pemanasan agar bahan tersebut hanya terkarbonisasi dan tidak teroksidasi (Syauqiah et al., 2011).

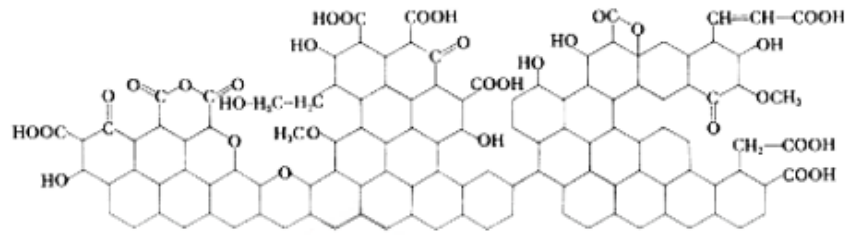


Gambar 2. Karbon Kulit Durian

Luas permukaan karbon aktif berkisar antara 300-3500 m²/gram dan ini berhubungan dengan struktur pori internal yang menyebabkan arang aktif mempunyai sifat sebagai adsorben. Karbon aktif dapat menyerap gas dan senyawa-senyawa kimia tertentu atau sifat adsorpsinya selektif, tergantung pada besar atau volume pori-pori dan luas permukaan. Daya serap arang aktif sangat besar, yaitu 25- 1000% terhadap berat arang aktif.

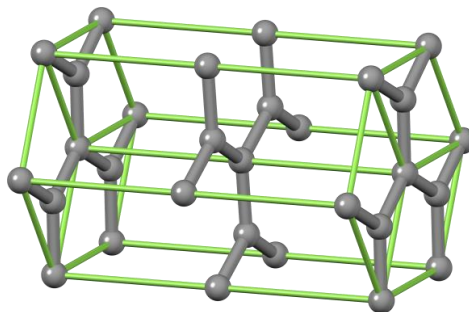
Suatu proses memperbesar pori dengan cara memutuskan ikatan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul pada permukaan sehingga mengalami perubahan sifat baik fisika maupun kimia disebut aktivasi. Metoda aktivasi yang digunakan terbagi dua yaitu:

1. Aktivasi kimia: proses pemisahan jaringan karbon dari senyawa organik dengan menggunakan bahan-bahan kimia
2. Aktivasi fisika: proses memutuskan ikatan karbon dengan bantuan panas, uap dan CO₂ (Sembiring & Sinaga, 2003)



Gambar 3. Struktur Kimia Karbon Aktif

Selain mengandung atom karbon, arang aktif juga mengandung atom oksigen dan hidrogen dalam yang berikatan secara kimia membentuk gugus-gugus fungsi yang bermacam – macam, misalnya karboksil (COO), gugus karbonil (CO), fenol, serta beberapa gugus eter. Oksigen terkadang berasal dari bahan baku biosorben atau berasal dari proses aktivasi dengan uap (H_2O) atau udara. Sifat karbon aktif dapat menjadi asam atau basa karena dipengaruhi oleh kandungan oksigen tersebut. Pada umumnya bahan baku arang aktif mengandung komponen mineral. Mineral juga dapat terkandung dalam karbon aktif sehingga menjadikannya lebih pekat selama proses aktivasi. Penambahan bahan-bahan kimia pada proses aktivasi juga sering kali memberikan perubahan sifat kimia karbon yang dihasilkan (Ambarwati et al., 2019)



Gambar 4. Struktur Fisik Karbon Aktif

C. Timbal (Pb)

Salah satu logam yang bersifat toksik terhadap manusia ialah timbal. Kontaminasi logam ini berasal dari mengonsumsi makanan, minuman, atau melalui inhalasi dari udara, terjadi kontak langsung dengan kulit serta lewat mata hingga dapat menyebabkan efek akut dan kronis. Keracunan timbal mempengaruhi seperti sistem peredaran darah, sistem saraf, urinaria, reproduksi, sistem endokrin, dan jantung dengan memberikan gejala seperti rasa mual, anemia, sakit pada bagian perut, dan dapat menyebabkan kelumpuhan. (Herman, 2019).

Sumber utama kontaminasi logam berat seperti Pb(II) dari berbagai kegiatan industri antara lain industri pertambangan, baterai, cat, kabel, alloy dan baja, plastik, pelapisan logam, pabrik perangkat listrik, elektroplating, elektrolisis, fotografi, pembakaran batu bara, industri printer dan sebagainya.

Timbal saat ini menjadi ancaman serius dan mendapat perhatian utama karena dari kesehatan memberikan dampak buruk pada manusia karena sifat racun berbahaya yang dikandungnya. Anak – anak yang masih mengalami perkembangan otak dan sistem saraf sangat rentan terhadap efek racun timbal (Aurina et al., 2017). Keracunan timbal akan memperlihatkan efek yang berbeda – beda di setiap bagian yang diserang (Jannati et al., 2007).

D. Adsorpsi

Suatu keadaan yang berhubungan erat dengan interaksi antar molekul – molekul dalam fasa cair atau gas dengan molekul padat pada suatu permukaan dinamakan adsorpsi. Gaya tarik – menarik suatu atom atau molekul merupakan interaksi yang terjadi sehingga akan menutupi area permukaan. Kemampuan

penyerapan dari karbon aktif berdasarkan pada luasnya permukaan serta jenis pori yang nantinya dapat mempengaruhi adsorpsi (Utami et al., 2020).

Jika suatu larutan yang mengalami pengontakkan dengan adsorben, maka ion yang terserap (adsorbat) yang mana pada awalnya berada dilarutan akan bergerak ke padatan (adsorben) hingga konsentrasi keduanya menjadi setimbang. Keadaan tersebut dinamakan kesetimbangan adsorpsi. Pengukuran kesetimbangan adsorpsi yang sering digunakan pada sistem ini adalah model isoterm Langmuir dan Freundlich yang mana konsentrasi adsorbat larutan awal diukur saat terjadi titik (Arif, 2014).

Pada umumnya adsorpsi berhubungan dengan isoterm adsorpsi. Proses adsorpsi berperan dalam distribusi adsorbat pada fase cair dan fase padat yang berhubungan dengan isoterm adsorpsi (Cahyaningrum, 2016). Isoterm adsorpsi merupakan suatu fungsi konsentrasi zat yang diserap pada adsorben terhadap konsentrasi larutan. Adsorpsi fase cair-padat pada umumnya mengikuti tipe isoterm Freundlich dan Langmuir (Apriliani, 2010).

1. Isoterm Freundlich

Isoterm Freundlich merupakan jenis pendekatan isoterm adsorpsi yang umum digunakan. Massa zat terlarut dalam satuan per gram adsorben dalam larutan adalah konsentrasi zat terlarut dalam larutan. Diturunkan dengan persamaan sebagai berikut:

$$x_m = k \cdot C^{1/n}$$

$$\log (x_m) = \log k + \frac{1}{n} \cdot \log C$$

Dimana:

X_m = berat zat yang diadsorpsi

m = berat adsorben

C = konsentrasi zat

Kemudian k dan n adalah konstanta adsorpsi yang nilainya bergantung pada jenis adsorben dan suhu adsorpsi. Bila dibuat kurva $\log x/m$ terhadap $\log C$ akan diperoleh persamaan linear dengan intersep $\log k$ dan kemiringan $1/n$, sehingga nilai k dan n dapat dihitung (Arif, 2014).

Pendekatan ini didasarkan pada pendapat mengenai adsorben memiliki permukaan heterogen dan tiap molekul mempunyai potensi penyerapan yang berbeda-beda. Adsorpsi pada pendekatan ini terjadi secara multilayer pada permukaan adsorben sehingga persamaan ini sering digunakan karena umumnya memberikan korelasi yang memuaskan (Langenati et al., 2012).

2. Isoterm Langmuir

Tipe isoterm Langmuir merupakan proses adsorpsi yang berlangsung secara kimisorpsi satu lapisan. Kimisorpsi adalah adsorpsi yang terjadi melalui ikatan kimia yang sangat kuat antara sisi aktif permukaan dengan molekul adsorbat dan dipengaruhi oleh densitas elektron. Adsorpsi satu lapisan terjadi karena ikatan kimia biasanya bersifat spesifik, sehingga permukaan adsorben mampu mengikat adsorbat dengan ikatan kimia (Apriliani, 2010)

Isoterm Langmuir dibuat untuk menggambarkan bahwa suatu adsorpsi mengikuti asumsi berikut:

- Adsorben dan adsorbat membentuk lapis tunggal (monolayer)
- Adsorpsi terlokalisir
- Kalor adsorpsi tidak tergantung pada penutupan permukaan

- Semua situs bersifat sama dan permukaan adsorben bersifat homogen

Pada tipe ini terjadi adsorpsi kimia karena terjadi reaksi antara molekul-molekul adsorbat dengan adsorben yang membentuk ikatan kovalen dan ion. Persamaan Langmuir diturunkan secara teoritis dengan menganggap terjadinya kesetimbangan antara molekul-molekul adsorbat dengan molekul-molekul yang masih bebas (Cahyaningrum, 2016). Berdasarkan persamaan isoterm Langmuir dapat diperoleh α yang menunjukkan nilai dari daya adsorpsi maksimum dari adsorben. Daya adsorpsi maksimal dapat ditentukan dari kurva hubungan xm terhadap C dengan persamaan:

$$xm = \frac{\alpha \beta C}{1 + \beta C} \dots \dots \dots (1)$$

Dari persamaan (1) dapat diubah ke persamaan linier

$$\text{menjadi: } \frac{C}{xm} = \frac{1}{\alpha} + \beta C \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan :

xm = jumlah adsorbat yang teradsorpsi per satuan bobot adsorben (mg/g)

C = konsentrasi kesetimbangan adsorbat setelah adsorpsi (mg/L)

α = daya adsorpsi maksimum

β = konstanta isoterm Langmuir

E. Penggunaan Instrumen

1. *Fourier Transform Infrared Spectroscopy*(FTIR)

FTIR merupakan suatu instrumen kimia yang berperan dalam mengkarakterisasi senyawa organik maupun anorganik dengan dasar pada

penentuan vibrasi/getaran ikatan molekuler serta jenis ikatan molekul. Prinsip spektroskopi IR ialah terjadinya interaksi antar tingkat energi vibrasi/getaran. Dengan mengadsorpsi radiasi gelombang elektromagnetik infrared (IR) maka dapat mengetahui vibrasi antar atom yang berikatan dengan masing – masing bilangan gelombang(Ikhsanuddin M., 2017).



Gambar 5. Alat instrumen FTIR

Serapan spektrum inframerah dari karbon kulit durian memiliki 4 daerah utama yakni pada daerah panjang gelombang $2900 - 3500\text{cm}^{-1}$, $1300 - 1750\text{cm}^{-1}$, $1000 - 1250\text{cm}^{-1}$ dan $450 - 750\text{cm}^{-1}$. Pada daerah $2900 - 3500\text{cm}^{-1}$ terdapat suatu pita serapan melebaryang menunjukkan adanya regangan O – Hdari gugus hidroksil dan molekul air. Sedangkan pada daerah 2900cm^{-1} imenunjukkan adanya interaksi C – H pada permukaan karbon. Padadaerah panjang gelombang sekitar 1705cm^{-1} terlihat puncak yang merupakan regangan C = O di permukaan karbon(Andhini, 2017).

2. Atomic Absorption Spectrometry(AAS)

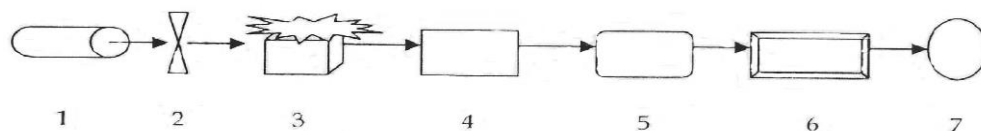
Dalam penentuan analisis unsur, teknik yang sesuai untukdigunakan adalah spektrofotometri serapan atom. Metode ini sangat tepat dalam

mengidentifikasi zat dalam konsentrasi rendah. Kunci utama pada instrumen ini adalah suatu sistem komponen dengan menghasilkan uap atom dalam sampel yang diujikan. Langkah awal kerja instrumen dimulai dengan penguapan larutan sampel yang diuji. Larutan yang mengalami penguapan melepaskan logam yang berubah menjadi atom bebas. *Hollow cathode lamp* yang menjadi sumber cahaya menghasilkan radiasi yang akan diadsorpsi oleh atom yang mana cahaya yang dipancarkan mengandung unsur yang ditentukan. Kemampuan penyerapan radiasi oleh atom diukur menurut panjang gelombang yang dihasilkan menurut jenis logam (Amin, 2015).



Gambar 6. Pengujian Sampel dengan AAS

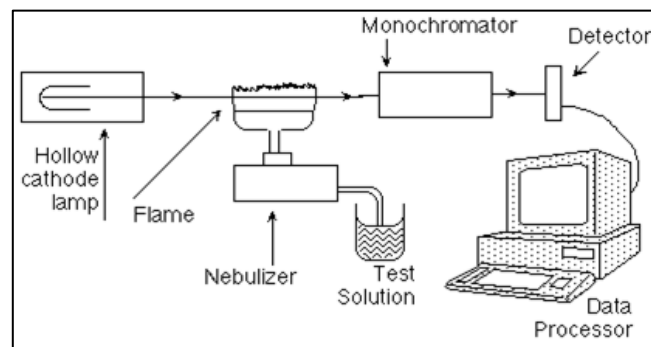
Alat spektrofotometri serapan atom terdiri dari rangkaian dalam diagram skematik berikut:



Gambar 4. Diagram Spektrometer Serapan Atom atau SSA Keterangan :

1. Sumber sinar

2. Pemilah (*Chopper*)
3. Nyala
4. Monokromator
5. Detektor
6. Amplifier
7. Meter atau recorder



Gambar 7. Skema pengujian dengan spektroskopi serapan atom

Suatu atom jika ditembakkan dengan radiasi elektromagnetik, terjadi eksitasi elektron dari tingkat energi dasar ke tingkat energi yang tereksitasi. Elektron yang mengalami eksitasi akan memiliki panjang gelombang energi tertentu yang spesifik. Perhitungan energi dari tiap panjang gelombang yang dihasilkan dengan persamaan :

$$E = h \cdot \frac{c}{\lambda}$$

Dimana:

E= Energi (Joule)

h = Tetapan Planck ($6,63 \cdot 10^{-34}$ J.s)

C = Kecepatan Cahaya ($3 \cdot 10^8$ m/s), dan

λ = Panjang Gelombang (nm)

Apabila atom – atom bebas pada suatu sel melewati suatu sumber cahaya pada panjang gelombang tertentu maka ada sebagian cahaya akan diserap sehingga akan berbanding lurus terhadap banyaknya atom logam dalam sel dengan kapasitas penyerapannya. Dari penjelasan tersebut, didapat hubungan antara absorbansi dengan konsentrasi yaitu:

1. Hukum Lambert : Saatsuatu sumber cahaya monokromatik melalui medium transparan, maka intensitas sinar yang diteruskan berkurang dengan bertambahnya ketebalan medium yang mengabsorpsi.
2. Hukum Beer : Banyaknya sinar yang diteruskan berkurang secara eksponensial sekaligus bertambahnya konsentrasi atom yang menyerap sinar tersebut.

Dari kedua hukum tersebut diperoleh suatu persamaan:

$$I_t = I_o \cdot e^{-(\epsilon bc)}, \text{ atau}$$

$$A = - \log I_t/I_o = \epsilon bc$$

Dimana :

I_o = Intensitas sumber sinar

I_t = Intensitas sinar yang diteruskan

ϵ = Absorptivitas molar

b = Panjang medium

c = Konsentrasi atom-atom yang menyerap sinar

A = Absorbansi

Tabel 3. Penentuan spektofotometri serapan atom pada logam Timbal

No	Panjang Gelombang (Nm)	Lebar Celah (Nm)	Range kerja optimum (ppm)
1	217.01.01	30	217.01.01
2	283.30.50.5	50	283.30.50.5
3	261.40.55	800	261.40.55
4	202.20.57	1000	202.20.57
5	2530.550	8000	2530.550

(Amin, 2015)

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang didapat pada penelitian ini adalah:

1. Karbon aktif dari limbah kulit durian telah memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI 06-3730-1995). Karakterisasi FTIR yang dihasilkan mempunyai pita serapan pada bilangan gelombang $3337,61\text{ cm}^{-1}$ (-OH) dan 1239 cm^{-1} (C-O).
2. Pada adsorpsi ion logam Pb(II) dengan menggunakan karbon aktif kulit durian mendapatkan keadaan optimum pada pH 3, konsentrasi 280 ppm, dengan kecepatan pengadukan 250 rpm, waktu kontak 150 menit dan massa adsorben 0,6 gram.
3. Kapasitas penyerapan optimum ion logam Pb(II) pada pH 3, konsentrasi 280 ppm, dengan kecepatan pengadukan 250 rpm, waktu kontak 150 menit dan massa adsorben 0,6 gram adalah 34,145 mg/g.

B. Saran

Saran untuk peneliti selanjutnya:

1. Melakukan penelitian pengaruh jenis aktivator terhadap kinerja karbon aktif kulit durian
2. Melakukan penelitian adsorpsi karbon aktif kulit durian terhadap adsorbat lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abriagni, D. (2011). Optimasi Adsorpsi Krom (Vi) Ampas Daun Teh (Camellia Sinensis L) Dengan Menggunakan Metode Spektrofotometri. *Universitas Negeri Semarang, Vi*, 1–90.
- Alimah, D. (2017). SIFAT DAN MUTU ARANG AKTIF DARI TEMPURUNG BIJI METE (Anacardium occidentale L.). *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 35(2), 123–133. <https://doi.org/10.20886/jphh.2017.35.2.123-133>
- Ambarwati, Y., Syarifah, N. P., & Widodo, L. U. (2019). Pemanfaatan limbah batang ubi kayu sebagai arang aktif serta pengaruh aktivator hcl dan waktu aktivasi terhadap mutu arang aktif. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 14(02), 68–81.
- Amin, M. (2015). Penentuan Kadar Logam Timbal (Pb) dalam Minuman Ringan Berkarbonasi Menggunakan Destruksi Basah Secara Spektroskopi Serapan Atom. *Skripsi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Malang*, 1–100.
- Andhini, N. F. (2017). Characterization of Activated Carbon from Durian Peel Waste Based On Carbonization Temperature 300 °C and Using Activator Substances Natrium Hydroxide and Sulphuric Acid. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- Apriani, R., Faryuni, I. D., & Wahyuni, D. (2013). Pengaruh Konsentrasi Aktivator Kalium Hidroksida (KOH) terhadap Kualitas Karbon Aktif Kulit Durian sebagai Adsorben Logam Fe pada Air Gambut. *Prisma Fisika*, I(2), 82–86.
- Apriani, R., Faryuni, I. D., Wahyuni, D., & Kunci, K. (2013). Pengaruh Konsentrasi Aktivator Kalium Hidroksida (KOH) terhadap Kualitas Karbon Aktif Kulit Durian sebagai Adsorben Logam Fe pada Air Gambut. *Prisma Fisika*, I(2), 82–86.
- Apriliani, A. (2010). Pemanfaatan Arang Ampas Tebu sebagai Adsorben Ion Logam Cd, Cr, Cu dan Pb dalam Air Limbah. *Skripsi*, 54–56.
- Arif, A. R. (2014). Adsorpsi Karbon Aktif dari Tempurung Kluwak (Pangium Edule) Terhadap Penurunan Fenol. *Skripsi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar*, 8(33), 44.
- Aurina, I., Sahrudin, S., & Ibrahim, K. (2017). Identifikasi Kadar Timbal (Pb) Pada Buah Apel (Malus Pumila) Yang Dijual Di Pasar Tradisional Se-Kota Kendari Tahun 2016. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kesehatan Masyarakat Unsyiah*, 2(6), 184895.
- Badan Pusat Statistik. (2018). Statistik Lingkungan Hidup Indonesia (SLHI) 2018. *Badan Pusat Statistik/BPS–Statistics Indonesia*, 1–43.