

**PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI KARBON AKTIF
DARI BAMBU MENGGUNAKAN AKTIVATOR HCl
SEBAGAI ADSORBEN TIMBAL (Pb)**

SKRIPSI

Oleh:
DINI MAHYA HAFIDOH
NIM. 16640019



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2021**

**PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI KARBON AKTIF
DARI BAMBU MENGGUNAKAN AKTIVATOR HCl
SEBAGAI ADSORBEN TIMBAL (Pb)**

SKRIPSI

Diajukan kepada:

**Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

Oleh:

**DINI MAHYA HAFIDOH
NIM. 16640019**

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2021**

HALAMAN PERSETUJUAN

PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI KARBON AKTIF DARI BAMBUR MENGGUNAKAN AKTIVATOR HCl SEBAGAI ADSORBEN TIMBAL (Pb)

SKRIPSI

Oleh:
Dini Mahya Hafidoh
NIM. 16640019

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji
Pada tanggal 28 April 2021

Pembimbing I



Erna Hastuti, M.Si
NIP. 19811119 200801 2 009

Pembimbing II



Ahmad Abtokhi, M.Pd
NIP. 19761003 200312 1 004

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika



Dr. Abdul Basid, M.Si
NIP. 19650504199003 1 003

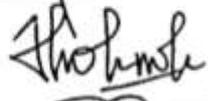
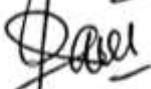
HALAMAN PENGESAHAN

PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI KARBON AKTIF DARI BAMBU MENGGUNAKAN AKTIVATOR HCl SEBAGAI ADSORBEN TIMBAL (Pb)

SKRIPSI

Oleh:
Dini Mahya Hafidoh
NIM. 16640019

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan
Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal 28 Mei 2021

Penguji Utama	:	<u>Farid Samsu Hananto, M.T</u> NIP. 19740513 200312 1 001	
Ketua Penguji	:	<u>Utuya Hikmah, M.Si</u> NIDT. 19880605 20180201 2 242	
Sekretaris Penguji	:	<u>Erna Hastuti, M.Si</u> NIP. 19811119 200801 2 009	
Anggota Penguji	:	<u>Ahmad Abtokhi, M.Pd</u> NIP. 19761003 200312 1 004	

Mengesahkan,
Ketua Jurusan Fisika



Abdul Basid, M.Si
NIP. 19650504199003 1 003

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dini Mahya Hafidoh

NIM : 16640019

Jurusan : Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Penelitian : pembuatan dan karakterisasi karbon aktif dari bambu
menggunakan aktivator HCl sebagai adsorben timbal (Pb)

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil penelitian saya ini tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau jarya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat oleh orang lain, kevuali tulisan yang dikutip dalam naskah ini disebut dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata hasil penelitian ini terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 28 Mei 2021

Yang Membuat Pernyataan



Dini Mahya Hafidoh

NIM. 16640019

MOTTO

*“Ketahuilah bahwa kemenangan bersama kesabaran, kelapangan
bersama kesempitan, dan kesulitan bersama kemudahan”
(H.R. Tirmidzi)*

*“Bukanlah kesabaran jika masih mempunyai batas, dan bukanlah
keikhlasan jika masih merasakan sakit”
-Faqy Malik-*

HALAMAN PERSEMBAHAN

Segala puji dan Syukur Kepada Allah SWT
Sholawat serta salam tetap tertuju kepada Nabi Muhammad SAW

Skripsi ini penulis persembahkan untuk keluargaku tercinta,
Ibu Siyatin dan Bapak Tauchid, yang selalu bersabar dan tak pernah lelah
dalam membimbing, mendo'akan dan selalu mendukung semua impianku.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan segala rahmat dan nikmatnya berupa kesehatan, kesempatan, kekuatan, keinginan, serta kesabaran, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Skripsi yang telah penulis susun ini berjudul **“Pembuatan dan Karakterisasi Kabon Aktif dari Bambu Menggunakan Aktivator HCl sebagai Adsorben Timbal (Pb)”**. Sholawat serta salam penulis panjatkan kepada baginda Rasulullah Muhammad SAW, yang telah menuntun manusia dari zaman jahiliyah menuju zaman yang pencerahan dan penuh dengan ilmu pengetahuan yang luar biasa saat ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini tidak akan tersusun dengan baik tanpa adanya bantuan dari pihak-pihak yang terkait. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan baik. Khususnya penulis ucapkan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Abdul Haris, M.Ag selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Drs. Abdul Basid, M.Si selaku Ketua Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
4. Erna Hastuti, M.Si selaku Dosen Pembimbing Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

5. Segenap Dosen Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah bersedia mengamalkan ilmunya, membimbing, dan memberikan pengarahan selama perkuliahan.
6. Bapak, Ibu dan keluarga yang selalu mendoakan serta memberi dukungan yang berharga disetiap langkah penulis.
7. Segenap teman-teman Material Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah membantu penyusunan skripsi ini.
8. Sahabat-sahabat fisika 2016 dan semua pihak yang telah membantu penyusunan skripsi ini yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan mereka dengan nikmat yang berlipat ganda baik di dunia maupun di akhirat kelak, aamiin. Penulis berharap semoga Skripsi ini memberikan manfaat bagi penulis dan semua pihak yang membaca, dalam menambah wawasan ilmiah dan memberikan kontribusi bagi perkembangan ilmu pengetahuan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat konstruktif sangat penulis harapkan demi kebaikan bersama.

Malang, 28 April 2021

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
ABSTRAK	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Batasan Masalah	6
1.5 Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Logam Timbal (Pb)	7
2.2 Adsorpsi	8
2.3 Karbon Aktif	11
2.4 Bambu	13
2.5 Analisis Luas Permukaan dengan Metode Adsorpsi <i>Methylene Blue</i>	15
2.6 AAS (<i>Atomic Absorbtion Spectrometry</i>)	18
2.7 FTIR(<i>Fourier Transform Infra Red</i>)	19
2.8 Kajian Integrasi Islam	21
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Jenis Penelitian	23
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	23
3.3 Alat dan Bahan	23
3.3.1 Alat	23
3.3.2 Bahan	24
3.3.3 Alat Karakterisasi	25
3.4 Variabel Penelitian	25
3.5 Prosedur Penelitian	25
3.5.1 Pembuatan Karbon Aktif dari Bambu.....	25
3.5.2 Analisis Luas Permukaan Menggunakan Metode Absorpsi <i>Methylene Blue</i>	26
3.5.3 Adsiorpsi Larutan Pb	27
3.5.4 Karakterisasi Sampel	28
3.6 Diagram Alir Penelitian	29
3.6.1 Diagram Alir Pembuatan Karbon Aktif dari Bambu	29
3.6.2 Diagram Alir Adsorpsi Limbah Pb	30

3.7	Teknik Pengumpulan Data	30
3.7.1	Analisis Gugus Fungsi Karbon Aktif dari Bambu Menggunakan FTIR (<i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy</i>)	31
3.7.2	Analisis Luas Permukaan dengan Metode Absorpsi <i>Methylene Blue</i>	31
3.7.3	Analisis Adsorpsi Logam Timbal (Pb) Menggunakan AAS (<i>Atomic Absorbtion Spectrometry</i>)	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Data Hasil Penelitian.....	34
4.1.1	Pembuatan Karbon Aktif dari Bambu	34
4.1.2	Analisis Gugus Fungsi Menggunakan Spektra FTIR (<i>Fourier Transform Infrared</i>)	37
4.1.3	Analisis Luas Permukaan Karbon Aktif dari Bambu Menggunakan Metode Absorpsi <i>Methylene Blue</i>	39
4.1.4	Analisis Adsorpsi Logam Timbal (Pb) Menggunakan AAS (<i>Atomic Adsorbtion Spectometry</i>)	42
4.2	Pembahasan	45
BAB V PENUTUP		
5.1	Kesimpulan	52
5.2	Saran	53
DAFTAR PUSTAKA		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Proses Adsorpsi Pada Karbon Aktif : Transfer Molekul Adsorbat ke Adsorben (Manocha, 2003)	11
Gambar 2.2	Struktur Pori Karbon Aktif Manocha, 2003)	12
Gambar 2.3	Bambu (Chen, 2017)	15
Gambar 2.4	Struktur <i>Methylene Blue</i> (Zhang <i>et al</i> , 2020).....	16
Gambar 2.5	Daerah Spektrum FTIR (Nandiyanto <i>et al</i> , 2018).....	20
Gambar 4.1	<i>Yield Massa</i> Karbon Sebelum dan Sesudah Aktivasi.....	36
Gambar 4.2	Spektra FTIR Sampel (a) Karbon Bambu (b) Konsentrasi HCl 1 M (c) Konsentrasi HCl 1,5 M (d) Konsentrasi HCl 0,5 M (e) Konsentrasi HCl 2 M	37
Gambar 4.3	Kurva Standart <i>Methylene Blue</i>	39
Gambar 4.4	Hasil Analisis Luas Permukaan Karbon Aktif Menggunakan <i>Methylene Blue</i>	42
Gambar 4.5	Pengaruh Konsentrasi HCl Terhadap % Penurunan Pb Pada Waktu Kontak 24 dan 48 Jam.....	44
Gambar 4.6	Grafik Hubungan Antara Konsentrasi Sisa Timbal dengan Waktu Kontak Perendaman	45
Gambar 4.7	Mekanisme Absorpsi <i>Methylene Blue</i> kedalam Karbon Aktif (Khasij <i>et al</i> , 2017)	48
Gambar 4.8	Mekanisme adsorpsi Timbal (Pb) kedalam Karbon Aktif (Huang <i>et al</i> , 2014)	50

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Data Hasil Analisis Luas Permukaan	32
Tabel 3.2	Tabel Data Hasil AAS (<i>Atomic Adsorbtion Spectrometry</i>)	33
Tabel 4.1	<i>Yield Massa</i> Karbon Sebelum dan Sesudah Aktivasi	36
Tabel 4.2	Gugus Fungsi Karbon Aktif dari Bambu	38
Tabel 4.3	Hasil Analisis Luas Permukaan Karbon Aktif Menggunakan <i>Methylene Blue</i>	41
Tabel 4.4	Hasil Analisis Daya Serap Karbon Aktif dari Bambu Terhadap Timbal (Pb)	43

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Perhitungan Bahan
Lampiran 2	Hasil Pengujian Gugus Fungsi
Lampiran 3	Hasil uji UV-Vis
Lampiran 4	Perhitungan Luas Permukaan Menggunakan Metode Adsorpsi <i>Methylene Blue</i>
Lampiran 5	Perhitungan Persentase Adsorpsi Karbon Terhadap Logam Timbal (Pb)
Lampiran 6	Gambar Penelitian

ABSTRAK

Hafidoh, Dini Mahya. 2021. **Pembuatan dan Karakterisasi Karbon Aktif dari Bambu Menggunakan Aktivator HCl sebagai Adsorben Timbal (Pb)**. Skripsi. Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang. Pembimbing (1) Erna Hastuti, M. Si. (II) Ahmad Abtokhi, M. Pd.

Kata Kunci: Adsorben, bambu, karbon aktif

Limbah hasil industri yang mengandung logam timbal (Pb) dapat membahayakan kehidupan manusia yang berada disekitarnya. Salah satu upaya untuk mengurangi pencemaran logam timbal (Pb) dalam air adalah metode adsorpsi menggunakan karbon aktif. Karbon aktif digunakan sebagai adsorben karena biayanya relatif murah dan prosesnya lebih mudah. Bambu dapat digunakan sebagai bahan dasar karbon aktif karena memiliki kandungan karbon dan selulosa yang tinggi. Pembuatan karbon aktif dari bambu bertujuan untuk adsorpsi logam timbal (Pb). Pada penelitian ini karbon bambu diaktivasi secara fisika dan kimia menggunakan aktivator HCl 0.5M, 1M, 1.5M, 2M. karbonisasi menggunakan *furnace* pada suhu 400 °C selama 11 jam dan aktivasi kimia dengan rasio larutan : massa karbon aktif yaitu 10:1. Hasil analisis spektra FTIR menunjukkan adanya gugus OH, C=O, C=C, C-O, dan C-H pada karbon aktif. Luas permukaan karbon aktif tertinggi pada konsentrasi HCl 1.5M yaitu 12891,78 m²/g. Analisis kadar logam timbal (Pb) menunjukkan nilai optimum sebesar 99,64% pada konsentrasi HCl 0.5 M dengan waktu kontak 24 jam.

ABSTRACT

Hafidoh, Dini Mahya. 2021. Preparation and Characterization of Activated Carbon from Bamboo Using HCl Activator as Lead (Pb) Adsorbent. Thesis. Department of Physics, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University, Malang. Advisors (I) Erna Hastuti, M. Si. (II) Ahmad Abtokhi, M. Pd.

Keywords: Activated Carbon, Adsorbent, Bamboo

Industrial waste containing lead metal (Pb) can endanger human life around it. One of the efforts to reduce lead metal (Pb) pollution in water is the adsorption method using activated carbon. Activated carbon is used as an adsorbent because the cost is relatively cheap and the process is easier. Bamboo can be used as a base for activated carbon because it has a high carbon and cellulose content. The purpose of making activated carbon from bamboo is for the adsorption of lead (Pb) metal. In this study, bamboo carbon was physically and chemically activated using 0.5M, 1M, 1.5M, 2M HCl activators. carbonization using a furnace at a temperature of 400 °C for 1 hours and chemical activation with a solution: mass ratio of activated carbon that is 10: 1. The results of FTIR spectra analysis showed the presence of OH, C = O, C = C, C-O, and C-H groups on activated carbon. The highest surface area of activated carbon at a concentration of 1.5M HCl is 12891.78 m² / g. Analysis of lead metal (Pb) showed an optimum value of 99.64% at at 0.5 M HCl concentration with a contact time of 24 hours.

حفيفة، دينى ميا. 2021. تحضير وتوصيف الكربون المنشط من الخيزران باستخدام منشط حمض الهيدروكلوريك كمادة ماصة للرصاص (bP). فريضة، قسم الفيزياء، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك ابراهيم الاسلامية الحكومية، مالانج. المستشارون (I) اءرنا هاستوتي، م س ء، (II) احمد ابطوخي، م ف د.

الكلمات الرئيسية : الكربون المنشط، الامتزاز، الخيزران

يمكن للنفايات الصناعية التي تحتوي على معدن الرصاص (bP) ان تعرض حياة الانسان من حولها للخطر. تتمثل احدى الجهود المبذولة للحد من تلوث معدن الرصاص (bP) في الماء في طريقة الامتزاز باستخدام الكربون المنشط، يستخدم الكربون المنشط كمادة ماصة لاءن التكلفة رخيصة نسبياً والعملية اسهل. يمكن استخدام الخيزران كءساس للكربون المنشط لاءنه يحتوي على نسبة عالية من الكربون والسليولوز. الغرض من صنع الكربون المنشط من الخيزران هو امتصاص معدن الرصاص (bP). في هذه الدراسة، تم تنشيط كربون الخيزران مدياً و كيميائياً باستخدام منشطات M2، ICH M2، M5.1، M1، M5.0. الكربنة باستخدام فرن عند درجة حرارة 400 درجة مئوية لمدة 1 ساعة وتنشيط كيميائي بمحلول : نسبة كتلة الكربون المنشط 10:1. اظهرت نتاءج تحليل اطياف RITF وجود مجموعات HO، C=O، C=C، C-O، C-H على الكربون المنشط. اعلى مساحة سطحية للكربون المنشط بتركيز ICH M5.1 هي 12891.78 م/جم. اظهر تحليل معدن الرصاص (bP) قيمة مثلى 99.64% عند 24 ساعة من وقت التلامس.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Air merupakan komponen penting bagi kehidupan manusia yang harus selalu ada. Namun, saat ini sumber daya air bersih semakin berkurang karena tercemar oleh limbah hasil industri yang dibuang langsung ke perairan tanpa dilakukan pengolahan terlebih dahulu. Pencemaran limbah hasil industri tersebut dapat membahayakan kehidupan manusia yang berada disekitarnya (Manurung, dkk, 2019). Salah satu limbah cair yang dikategorikan beracun adalah logam berat. Logam berat merupakan zat pencemar yang memiliki sifat stabil dan tidak dapat diuraikan secara biologis (Misfadhila, 2018). Logam berat tersebar keseluruhan permukaan bumi yang berbentuk senyawa organik dan anorganik (Mazidah, 2014).

Timbal (Pb) merupakan salah satu jenis logam berat yang memiliki tingkat toksisitas tinggi. Pb jika terakumulasi secara berlebihan di dalam tubuh dapat menyebabkan gangguan kesehatan diantaranya kecerdasan anak menurun, pertumbuhan badan terhambat, bahkan dapat menimbulkan kelumpuhan. Gejala keracunan logam Pb ditandai dengan rasa mual, sakit perut dan anemia (Widayatno, dkk, 2017). Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 492 tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, kadar ion Pb maksimum yang diperbolehkan adalah 0,01 mg/L. Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.51 tahun 2014 tentang baku mutu limbah cair bagi kegiatan industri, kadar maksimum ion Pb dalam limbah cair adalah 0,1 mg/L (Anjani, 2014).

Gurgel *et al.* (2008) menyebutkan upaya untuk mengurangi pencemaran logam berat Pb dengan menggunakan beberapa metode yaitu pengendapan,

ekstraksi larutan, penyaringan ultra, pertukaran ion dan adsorpsi. Sedangkan Simanjuntak (2017) menggunakan metode filtrasi membran, koagulasi, elektrolisis, oksidasi kimiawi dan adsorpsi. Dari beberapa alternatif tersebut, salah satu metode yang tepat untuk mengurangi pencemaran limbah Pb dalam air adalah metode adsorpsi karena biayanya yang relatif lebih murah dan prosesnya lebih mudah.

Adsorpsi adalah metode penyerapan bahan tertentu oleh suatu bahan yang bersifat sebagai penyerap (adsorben) (Lee, *et al.*, 2017). Bahan yang dapat digunakan sebagai adsorben harus memiliki stabilitas panas tinggi, sifat resisten terhadap abrasi dan ukuran diameter pori kecil (mikro) sehingga memiliki kapasitas adsorpsi yang tinggi. Adsorben yang paling banyak digunakan untuk menyerap logam berat adalah karbon aktif. Hal ini karena karbon aktif memiliki pori sangat banyak dengan luas permukaan kisaran $300 \text{ m}^2/\text{g} - 3500 \text{ m}^2/\text{g}$ sehingga dapat menangkap partikel-partikel yang akan diserap (Negara, *et al.*, 2019).

Karbon aktif adalah senyawa karbon yang telah ditingkatkan daya adsorpsinya dengan melakukan proses karbonisasi dan aktivasi. Pada proses karbonisasi terjadi penguapan hidrogen, gas-gas, dan air dari permukaan karbon sehingga terjadi perubahan fisik pada permukaannya (Yuliusman, 2013). Pada proses aktivasi terdapat dua macam yaitu aktivasi fisika dan aktivasi kimia. Aktivasi fisika adalah proses aktivasi yang melibatkan adanya gas pengoksidasi seperti uap, udara, CO_2 , atau aliran gas pada temperatur tinggi kisaran $800\text{-}1000^\circ\text{C}$. Sedangkan aktivasi kimia dilakukan dengan mencampur material karbon dengan bahan kimia (agen aktivator) kemudian dipanaskan (Dewi, 2008). Thomas *et al.* (2019) menjelaskan beberapa keunggulan menggunakan proses aktivasi kimia yaitu membutuhkan suhu pirolisis yang lebih rendah, yield karbon yang lebih baik,

karbon yang dihasilkan dengan luas permukaan tinggi ($3600 \text{ m}^2/\text{g}$), dan mendistribusikan dan mengembangkan struktur pori kecil (mikro) dengan baik.

Menurut Hsu *et al.* (2000), dalam pembuatan karbon aktif dari bahan lignoselulosic menggunakan agen aktivasi yang bersifat asam, seperti (HCl) lebih baik dibandingkan dengan agen aktivasi yang bersifat basa, seperti KOH. Hal ini dikarenakan material lignoselulosic memiliki kandungan oksigen yang tinggi dan agen aktivasi yang bersifat asam dapat berinteraksi dengan gugus fungsi oksigen dalam material tersebut. Mualiful, dkk (2017) menggunakan aktivator HCl untuk pembuatan karbon aktif dari enceng gondok dengan variasi konsentrasi HCl 0,5 M, 1 M, 1,5 M dan 2 M. Dari hasil penelitian didapatkan pada konsentrasi HCl 1 M, diperoleh luas permukaan maksimum yaitu $45487,55 \times 10^{-3} \text{ km}^2/\text{kg}$.

Imawati, dkk (2015) menggunakan aktivator HCl untuk pembuatan karbon aktif dari ampas kopi dengan konsentrasi HCl 0,1 M yang digunakan sebagai adsorben logam berat Pb (II). Dari hasil penelitian diperoleh kondisi optimum adsorpsi terhadap Pb(II) terjadi pada kondisi pH 4, waktu kontak 30 menit dan kecepatan pengadukan 60 rpm. Kapasitas adsorpsi maksimum Pb(II) oleh arang aktif ampas kopi yang diaktivasi HCl sebesar $4,68295 \text{ mg/g}$. Sedangkan Nurseha, dkk (2019) membuat karbon aktif dari kulit pisang menggunakan aktivator HCl dengan variasi konsentrasi 0,5 N, 1 N dan 1,5 N sebagai adsorben ion timbal (II). Hasil yang diperoleh untuk daya adsorpsi maksimum timbal (II) pada konsentrasi HCl 1,5 N sebesar $0,0030 \text{ mg/g}$ dan efektifitas adsorpsi sebesar 89,5%.

Sumber karbon aktif pada saat ini banyak menggunakan batubara. Akan tetapi, ketersediaannya semakin berkurang karena batubara tidak bisa diperbarui (Pasyimi, 2008). Sehingga diperlukan alternatif lain sebagai pengganti batubara.

Bambu merupakan salah satu alternatif sumber karbon aktif yang menjanjikan, karena mudah diperoleh dengan jumlah yang besar (Negara, *et al.*, 2019).

Karbon aktif yang dibuat dari bambu membuktikan bahwa Allah SWT telah menciptakan tumbuh-tumbuhan yang dapat dimanfaatkan dengan baik oleh manusia. Sebagaimana Firman Allah SWT dalam Al Qur'an Surat Asy-Syu'ara' ayat 7:

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ

Artinya: "Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, berapakah banyaknya kami tumbuhkan di bumi berbagai macam tumbuhan-tumbuhan yang baik" (QS. Asy-Syu'ara':7).

Bambu di Indonesia diketahui terdiri atas 143 jenis dan di Jawa diperkirakan terdapat 60 jenis (Annisa, 2017). Potensi volume bambu pada tahun 2007 mencapai 10, 4 juta ton bambu, dengan asumsi bahwa potensi bambu adalah 5 ton/Ha atau 7,5 kg/rumpun atau 133 rumpun/ton. Berdasarkan data di atas dapat dipastikan bahwa bambu merupakan sumber daya yang sangat melimpah (Risfandi, 2019). Bambu memiliki beberapa kandungan kimia yaitu 44,94% selulosa, 22,91% lignin, 16,99% hemiselulosa, 1,84% silika (Negara, *et al.*, 2019), 1,87% abu, dan 17,8% pentosan (Yulian, dkk, 2014). Bambu dengan komposisi kimia tersebut memiliki potensi yang sangat besar untuk dimanfaatkan sebagai karbon aktif.

Manurung, dkk (2019) melakukan penelitian berbahan dasar bambu untuk pembuatan karbon aktif menggunakan aktivator NaOH dengan variasi konsentrasi dari 0,5% hingga 2,5% sebagai adsorben logam Pb(II) dan Cr(III). Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi aktivator NaOH yang menghasilkan daya serap terbaik adalah 2,5%. Waktu optimum adsorpsi terhadap logam Pb(II) dan Cr(III)

adalah 240 menit dan pH optimum adalah pH 6. Kapasitas adsorpsi untuk logam Cr(III) dan Pb (II) berturut-turut adalah 0,6305 mg/g dan 0,6500 mg/g dari larutan 50ppm.

Berdasarkan penguraian latar belakang diatas, pada penelitian ini karbon aktif dibuat dari bambu menggunakan aktivator HCl dengan variasi konsentrasi 0, 0,5 M, 1 M, 1,5 M dan 2 M yang dimanfaatkan sebagai adsorben timbal (Pb). Karakterisasi gugus fungsi karbon aktif menggunakan FTIR dan analisis luas permukaan karbon aktif menggunakan metode adsorpsi *methylene blue* yang diuji dengan spektrofotometer UV-Vis. Kemampuan adsorpsi karbon aktif terhadap timbal diukur menggunakan AAS.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi aktivator HCl terhadap gugus fungsi karbon aktif dari bambu?
2. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi aktivator HCl terhadap luas permukaan karbon aktif dari bambu?
3. Bagaimana kemampuan adsorpsi karbon aktif dari bambu terhadap adsorbat logam Pb?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan pada penelitian ini adalah:

1. Menganalisis pengaruh variasi konsentrasi aktivator HCl terhadap gugus fungsi karbon aktif dari bambu.

2. Menganalisis pengaruh konsentrasi aktivator HCl terhadap luas permukaan karbon aktif dari bambu.
3. Menganalisis kemampuan adsorpsi karbon aktif dari bambu terhadap adsorbat logam Pb.

1.4. Batasan Masalah

1. Bambu merupakan bahan dasar yang digunakan untuk pembuatan karbon aktif.
2. Aktivator yang digunakan adalah HCl dengan variasi konsentrasi 0, 0.5 M, 1 M, 1.5 M, dan 2 M.
3. Suhu pirolisis yang digunakan adalah 400 °C selama 1 jam.
4. Karakterisasi yang digunakan untuk analisis luas permukaan karbon aktif dari bambu menggunakan metode adsorpsi *methylene blue* yang diuji dengan spektrofotometer UV-Vis.
5. Karakterisasi gugus fungsi karbon aktif menggunakan FTIR.
6. Pengujian kemampuan adsorpsi karbon aktif dari bambu terhadap adsorbat timbal (Pb) menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectrometry*).

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat khusus dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai optimum adsorpsi dari karbon bambu yang sudah diaktivasi secara kimia dan fisika. Manfaat secara umum dari penelitian ini adalah untuk memberikan informasi, pengetahuan, serta pengalaman bagi penulis maupun pembaca.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Logam Timbal (Pb)

Timbal (Pb) merupakan salah satu jenis logam berat yang sering juga disebut dengan istilah timah hitam. Timbal memiliki titik lebur yang rendah, mudah dibentuk, biasa digunakan untuk melapisi logam agar timbul karatan. Timbal adalah logam lunak yang berwarna abu-abu kebiruan mengkilat dan memiliki bilangan oksidasi +2 (Sunarya, 2007).

Timbal (Pb) merupakan logam yang berifat neurotoksin yang dapat masuk dan terakumulasi dalam tubuh manusia atau hewan. Timbal termasuk dalam kelompok logam berat yang memiliki nomor atom 82 dan berat atom 207.2, berbentuk padat pada suhu kamar, memiliki titik lebur 327,4°C dan berat jenis 11,34 g/cm³. Pb jarang ditemukan di alam bebas melainkan dalam bentuk senyawa dengan molekul lain, seperti PbBr₂ dan PbCl₂ (Gusnita, 2012).

Timbal (Pb) merupakan logam yang bersifat *neurotoksin* yang dapat masuk dan terakumulasi dalam tubuh manusia maupun hewan, sehingga bahayanya terhadap tubuh semakin meningkat (Kusnoputranto, 2006). Menurut Underwood *et al* (1999), Pb biasanya dianggap sebagai racun yang bersifat akumulatif dan akumulasinya tergantung levelnya. Hal itu menunjukkan bahwa terdapat pengaruh pada ikan jika terdapat jumlah diatas batas ambang. Menurut Badan Standarisasi Nasional (SNI 7387.2009) yaitu 0,3 ppm. Pb yang berada didalam air dalam bentuk Pb(OH)₂, jika terserap dalam tubuh manusia dapat menyebabkan kecerdasan anak menurun, pertumbuhan badan terhambat, bahkan dapat menimbulkan kelumpuhan.

Gejala keracunan logam Pb lainnya yaitu mual, sakit perut dan anemia (Widayatno, dkk, 2017).

Adapun sifat-sifat logam Pb yang berbahaya terhadap kesehatan manusia, yaitu (Syauqiyah, 2011):

1. Sulit didegradasi, sehingga mudah terakumulasi dalam lingkungan perairan dan keberadaannya secara alami sulit terurai (dihilangkan).
2. Dapat terakumulasi dalam organisme termasuk kerang dan ikan, dan membahayakan kesehatan manusia yang mengkomsumsi organisme tersebut.
3. Mudah terakumulasi di sedimen, sehingga konsentrasinya selalu lebih tinggi dari konsentrasi logam dalam air. Disamping itu sedimen mudah tersuspensi karena pergerakan masa air yang akan melarutkan kembali logam yang dikandungnya ke dalam air, sehingga sedimen menjadi sumber pencemar potensial dalam skala waktu tertentu.

2.2 Adsorpsi

Adsorpsi merupakan proses pemisahan dimana komponen tertentu dari suatu fase fluida berpindah ke permukaan zat padat yang menyerap (adsorben) (Apsari, 2010). Molekul-molekul pada zat padat atau zat cair memiliki gaya dalam keadaan tidak seimbang dimana gaya kohesi cenderung lebih besar daripada gaya adhesi. Keseimbangan gaya-gaya tersebut menyebabkan zat padat atau zat cair tersebut cenderung menarik zat-zat lain yang bersentuhan dengan permukaannya. Fenomena konsentrasi zat pada permukaan padatan atau cairan disebut adsorbat, dan zat yang menyerap disebut adsorben. (Ding *et al*, 2003).

Adsorpsi secara umum dibagi menjadi dua yaitu, adsorpsi fisika dan kimia. Adsorpsi fisika adalah adsorpsi yang disebabkan oleh interaksi antara adsorben dengan adsorbat pada permukaan yang hanya dipengaruhi oleh gaya *Van Der Waals* atau ikatan hidrogen. Proses adsorpsi fisika bersifat *reversible* (dapat berbalik) karena dapat dilepaskan kembali dengan adanya penurunan konsentrasi larutan. Adsorbat terikat secara kuat pada bagian adsorben sehingga adsorbat dapat bergerak dari bagian permukaan ke bagian lain dan dapat diganti dengan adsorbat lain. Adsorpsi kimia merupakan proses penyerapan yang melibatkan pemutusan dan pembentukan ikatan baru pada permukaan adsorben (Oscik *et al*, 1982) dalam (Yuniyyah, 2017). Proses adsorpsi kimia bersifat *irreversible* (tidak dapat balik), untuk memisahkan adsorbat dan adsorben harus dipanaskan pada suhu tinggi (Wirani, 2017).

Secara umum, faktor-faktor yang mempengaruhi daya adsorpsi adalah sebagai berikut (Syauqiyah, 2011):

1. Luas permukaan

Semakin luas permukaan adsorben, maka makin banyak zat yang teradsorpsi. Luas permukaan adsorben ditentukan oleh ukuran partikel dan jumlah dari adsorben.

2. Jenis adsorbat

Peningkatan polarisabilitas adsorbat akan meningkatkan kemampuan adsorpsi molekul yang mempunyai polarisabilitas tinggi (polar memiliki kemampuan tarik menarik terhadap molekul lain dibandingkan molekul yang tidak dapat membentuk dipol (non polar). Peningkatan berat molekul adsorbat dapat meningkatkan kemampuan adsorpsi.

3. Konsentrasi adsorbat

Semakin besar konsentrasi adsorbat dalam larutan maka semakin banyak jumlah substansi yang terkumpul pada permukaan adsorben.

4. Temperatur

Pemanasan atau pengaktifan adsorben akan meningkatkan daya serap adsorben terhadap adsorbat menyebabkan pori-pori adsorben lebih terbuka pemanasan yang terlalu tinggi menyebabkan rusaknya adsorben sehingga kemampuan penyerapannya menurun.

5. pH

pH larutan mempengaruhi kelarutan ion logam, aktivitas gugus fungsi pada biosorben dan kompetisi ion logam dalam proses adsorpsi.

6. Kecepatan pengadukan

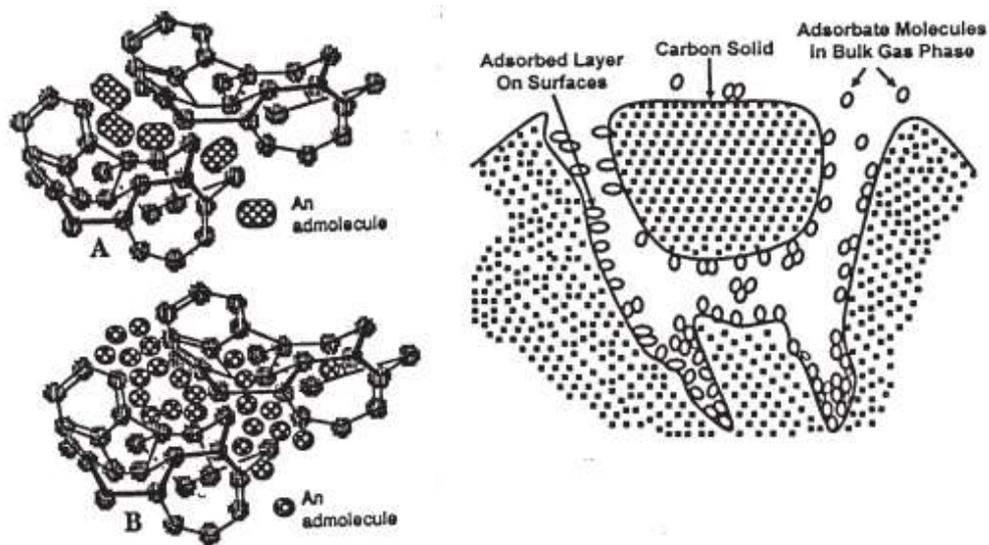
Menentukan kecepatan waktu kontak adsorben dan adsorbat. Bila pengadukan terlalu lambat maka proses adsorpsi berlangsung lambat pula, tetapi bila pengadukan terlalu cepat kemungkinan struktur adsorben cepat rusak, sehingga proses adsorpsi kurang optimal.

7. Waktu Kontak

Penentuan waktu kontak yang menghasilkan kapasitas adsorpsi maksimum terjadi pada waktu kesetimbangan. Waktu kesetimbangan dipengaruhi oleh:

- Tipe biomasa (jumlah dan jenis ruangpengikatan),
- Ukuran dan fisiologi biomasa (aktif atau tidak aktif),
- Ion yang terlibat dalam sistem biosorpsi
- Konsentrasi ion logam.

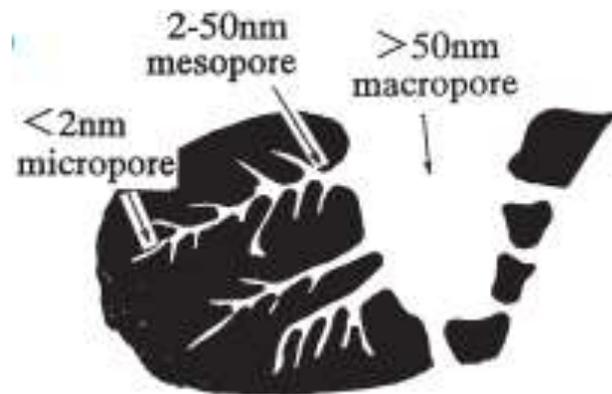
Proses adsorpsi terutama terjadi pada mikropori (pori-pori kecil), sedangkan tempat transfer adsorbat dari permukaan luar ke permukaan mikropori ialah makropori (Manocha, 2003). Ilustrasi proses adsorpsi pada adsorben karbon aktif dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 2.1 Proses Adsorpsi Pada Karbon Aktif: Transfer Molekul Adsorbat ke Adsorben (Manocha, 2003).

2.3 Karbon Aktif

Karbon aktif adalah senyawa karbon yang telah ditingkatkan daya adsorpsinya dengan melakukan proses karbonisasi dan aktivasi (Yuliusman, 2013). Karbon aktif terdiri dari 87-97% karbon dan beberapa senyawa lain tergantung bahan baku yang digunakan. Karbon aktif dapat dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon yang diberi perlakuan khusus untuk mendapatkan luas permukaan yang tinggi (Wirani, 2017). Luas permukaan karbon aktif berkisar antara 1000 sampai 1500 m²/g yang berhubungan dengan struktur pori sehingga memiliki sifat menyerap yang sangat baik (Torre *et al*, 2020).



Gambar 2.2 Struktur Pori Karbon Aktif (Manocha, 2003)

Pori-pori dalam karbon aktif tersebar diberbagai bentuk dan ukuran. Berdasarkan ukurannya pori diklasifikasikan menjadu tiga yaitu, makropori yang memiliki diameter rata-rata lebih dari 50 nm, mesopori dengan diameter 2-50 nm dan mikropori yang memiliki diameter rata-rata kurang dari 2 nm (Manocha, 2003).

Pembuatan karbon aktif dilakukan dengan dua proses yaitu karbonisasi dan aktivasi. Karbonisasi disebut juga peristiwa pirolisis, dimana terjadi proses dekomposisi komponen atau pemecahan bahan-bahan organik menjadi karbon (Hartini, 2014). Karbonisasi dilakukan dengan pembakaran dari material yang mengandung karbon dan dilakukan tanpa adanya kontak langsung dengan udara. Proses karbonisasi terbagi menjadi 3 tahap yaitu, tahap penguapan air pada suhu 100 °C, tahap penguraian selusosa dan hemiselulosa pada suhu 200-240 °C dan tahap penguraian lignin, depolimerisasi dan pemutusan ikatan C-O dan C-C terjadi pada suhu 240 – 400 °C (Wirani, 2017). Aktivasi adalah proses pengubahan karbon dari daya serap rendah menjadi katbon yang mempunyai daya serap rendah. Pada proses aktivasi terjadi pelepasan hidrikarbon, tar dan senyawa organik yang terdapat pada karbon. Aktivasi karbon dilakukan dengan dua cara yaitu aktivasi kimia dan fisika (Saputro, 2020).

1. Aktivasi kimia adalah proses pemutusan rantai karbon pada senyawa organik menggunakan bahan kimia (Saputro, 2020). Thomas *et al.* (2019) menjelaskan beberapa keunggulan menggunakan proses aktivasi kimia yaitu membutuhkan suhu pirolisis yang lebih rendah, yield karbon yang lebih baik, karbon yang dihasilkan dengan luas permukaan tinggi (3600 m²/g), dan mendistribusikan dan mengembangkan struktur pori kecil (mikro) dengan baik.
2. Aktivasi fisika merupakan proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan bantuan uap, panas dan CO₂. Proses aktivasi fisika dapat dilakukan menggunakan gas nitrogen, gas oksigen, gas karbon dioksida dan air. Gas-gas tersebut dapat memperbesar struktur pori yang terdapat pada karbon sehingga dapat meningkatkan luas permukaan karbon. Sedangkan pemberian suhu tinggi berfungsi untuk menghilangkan zat-zat pengotor yang mudah menguap dan membuang hidrokarbon pengotor pada karbon (Saputro, 2020).

2.4 Bambu

Bambu merupakan jenis pohon yang termasuk dalam sub *family Bambusoidae* dari *family Graminae (Poaceae)* (Udeh, 2018). Adapun klasifikasi dari *family Poaceae* yaitu (Abrori, 2016):

Divisi : *Magnoliophyta*

Kelas : *Liliopsida*

Sub Kelas : *Commelinidae*

Ordo : *Poales*

Bambu tersebar diseluruh wilayah Nusantara, dan dapat tumbuh didaerah iklim basah sampai kering., dari dataran rendah hingga dataran tinggi. Bambu biasanya hidup merumpun, mempunyai ruas dan buku. Pada setiap ruas tumbuh cabang-cabang yang biasanya berukuran jauh lebih kecil dibandingkan dengan buluhnya sendiri. Pada buku-buku tumbuh akar-akar sehingga memungkinkan untuk memperbanyak tanaman dari potongan-potongan ruasnya. Bambu mudah sekali dibedakan dengan tanaman lainnya. Ciri-cirinya adalah buluh bulat, berlubang ditengah dan berbuku-buku, percabangan kompleks, setiap daun bertangkai, dan bunganya terdiri dari spikelet, floret, lemma, palaela serta 3-6 benang sari (Abrori, 2016).

Bambu dikenal oleh masyarakat memiliki sifat-sifat yang baik untuk dimanfaatkan, antara lain batangnya yang kuat, ulet, lurus, dan keras. Dari kurang lebih 1000 spesies bambu dalam 80 negara, sekitar 200 spesies dari 20 negara ditemukan di Asia Tenggara. Sedangkan di indonesia ditemukan sekitar 60 jenis bambu (Yulian, dkk, 2014). Bambu merupakan salah satu bahan lignoselulosa yang menghasilkan selulosa per hari 2-6 kali lebih besar dari pinus. Peningkatan biomassa bambu per hari 10-30%, sementara peningkatan pohon kayu hanya 2,5%. Bambu dapat dipanen dalam waktu 4 tahun, sedangkan untuk jenis kayu lainnya membutuhkan waktu 8-20 tahun (Fatriasari, 2008).



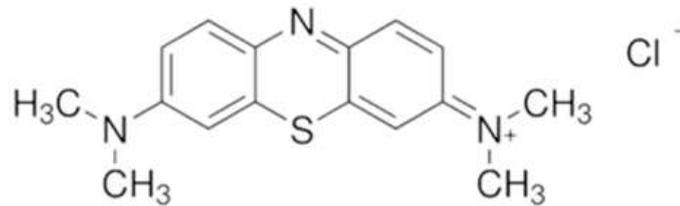
Gambar 2.3 Bambu (Chen, 2017)

Bambu memiliki beberapa kandungan kimia yaitu 44,94% selulosa, 22,91% lignin, 16,99% hemiselulosa, 1,84% silika (Negara, *et al.*, 2019), 1,87% abu, dan 17,8% pentosan (Yulian, dkk, 2014). Bambu dengan komposisi kimia tersebut memiliki potensi yang sangat besar untuk dimanfaatkan sebagai karbon aktif.

2.5 Analisis Luas Permukaan Dengan Metode Adsorpsi *Methylene Blue*

Analisis luas permukaan adsorben yang sering digunakan adalah dengan metode adsorpsi *methylene blue*. Metode ini dilakukan untuk menentukan kapasitas adsorpsi, dan luas permukaan karbon aktif. *Methylene blue* merupakan zat berbentuk kristal berwarna biru dan mempunyai spektrum cahaya pada panjang gelombang daerah visibel yaitu antara 500 – 700 nm. Rumus molekul *methylene blue* yaitu $C_{16}H_{18}N_3SCl \cdot 1.3H_2O$ (Zhang, *et al*, 2020). *Methylene blue* memiliki berat molekul 319,85 g/mol dan setiap molekul memiliki luas permukaan 120 Å. Sifat-sifat dari metilen biru antara lain tidak berbau, stabil dalam udara, larut dalam air, alkohol dan kloroform. *Methylene blue* dapat diserap oleh semacam lempung dalam

larutan dan hasilnya dapat diukur dengan kolorimeter atau spektrofotometer (Hartini, 2014). Adapun struktur dari *methylene blue* ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 2.4 Struktur *Methylene Blue* (Zhang *et al*, 2020)

Spektrofotometer UV-Vis dapat digunakan untuk mengetahui luas permukaan suatu zat dengan memanfaatkan proses absorpsi *methylene blue*. Adsorpsi secara umum merupakan akumulasi sejumlah molekul, ion atau atom yang terjadi pada batas antara dua fasa. Fasa yang menyerap disebut adsorben dan fasa yang diserap disebut adsorbat. Kebanyakan adsorben adalah bahan-bahan yang memiliki pori, karena proses adsorpsi berlangsung pada dinding-dinding pori adsorben. Gaya tarik menarik dari suatu padatan dibedakan menjadi dua jenis gaya yaitu, gaya fisika dan gaya kimia (Oscik, 1982)

Tahapan-tahapan yang harus diketahui dalam analisis dengan spektrofotometer UV-Vis, yaitu (Gandjar dan Rohman, 2010):

1. Pembentukan Molekul yang dapat Menyerap Sinar UV-Vis

Jika senyawa yang dianalisis tidak menyerap daerah sinar UV-Vis, maka dapatkah dirubah menjadi yang lain atau direaksikan dengan pereaksi tertentu. Pereaksi yang dapat memenuhi beberapa persyaratan yaitu reaksinya selektif dan sensitif, reaksinya cepat, kuantitatif reproduksibel dan hasil reaksi stabil dalam jangka waktu yang panjang. Keselektifan dapat dinaikkan

dengan menggunakan pH, penggunaan *masking agent*, atau penggunaan teknik ekstraksi

2. Pemilihan Panjang Gelombang

Panjang gelombang yang digunakan untuk analisis kualitatif adalah panjang gelombang yang mempunyai absorbansi maksimal. Alasan digunakannya panjang gelombang maksimal adalah pada panjang gelombang ini kepekaannya maksimal, bentuk kurva absorbansi datar dan pada kondisi ini hukum Lambert-Beer akan terpenuhi. Jika dilakukan pengukuran ulang maka kesalahan yang disebabkan oleh pemasangan ulang gelombang akan sangat kecil.

3. Pembacaan Absorbansi Sampel atau Cuplikan

Absorban yang terbaca pada spektrofotometer hendaknya antara 0,2 hingga 0,8 atau 15% hingga 70% jika dibaca sebagai transmittan. Anjuran ini berdasarkan anggapan kesalahan dalam pembacaan T adalah 0,005 atau 0,5% (kesalahan fotometrik).

Banyaknya metilen biru yang terserap oleh setiap gram sampel dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut (Simanjuntak, 2017):

$$W_{ads} = \frac{C_1 - C_2}{1000} \times V \times \frac{1}{B} \quad (2.1)$$

Keterangan: :

Wads = berat *methylene blue* yang terjerap oleh satu gram sampel (mg/g)

B = berat sampel yang digunakan (g)

C1 = konsentrasi larutan *methylene blue* awal (ppm)

C_2 = konsentrasi larutan *methylene blue* akhir (ppm)

V = volume larutan *methylene blue* yang digunakan (ml)

Luas permukaan adsorben dapat dihitung dengan persamaan (Hartini, 2014)

$$S = \frac{X_m \times N \times A}{M} \quad (2.2)$$

Keterangan:

S = Luas permukaan spesifik (m^2/g)

X_m = *methylene blue* terserap oleh 1 gram adsorben (mg/g)

A = Luas permukaan 1 molekul *methylene blue* ($197,2 \times 10^{-20} m^2$)

N = Bilangan avogadro ($6,02 \times 10^{23}$ molekul/mol)

M = Massa molekul *methylene blue* (320 g/mol)

2.6 AAS (*Atomic absorbtion Spectrometry*)

AAS (*Atomic absorbtion Spectrometry*) adalah suatu metode analisis yang didasarkan pada proses penyerapan energi radiasi oleh atom-atom yang berbeda pada tingkat energi dasar (*ground state*). Penyerapan tersebut mengakibatkan elektron dalam kulit atom tereksitasi ke tingkat energi yang lebih tinggi. Namun, elektron tersebut akan kembali ke tingkat energi dasar dan mengeluarkan energi yang berbentuk radiasi. Atom bebas berinteraksi dengan berbagai bentuk energi seperti energi panas, energi elektromagnetik, energi kimia, dan energi listrik. Interaksi ini menimbulkan proses-proses dalam atom bebas yang menghasilkan absorpsi dan emisi (pancaran) radiasi dan panas. Radiasi yang dipancarkan bersiat

khas karena mempunyai karakteristik panjang gelombang untuk setiap atom bebas (Yusyniyyah, 2017).

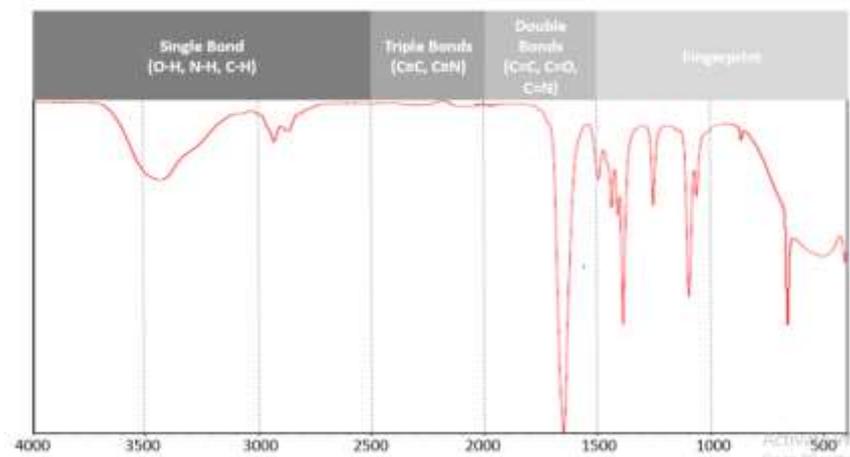
Cara kerja AAS ini berdasarkan atas penguapan larutan sampel, kemudian logam yang terkandung didalamnya diubah menjadi atom bebas. Atom tersebut mengabsorpsi radiasi dari sumber cahaya yang dipancarkan dari lampu katoda (*Hollow Cathode Lamp*) yang mengandung unsur yang akan ditentukan. Banyaknya penyerapan radiasi kemudian diukur pada panjang gelombang tertentu menurut jenis logamnya (Yusyniyyah, 2017).

2.7 FTIR (*Fourier Transform Infra Red*)

FTIR merupakan suatu teknik yang digunakan untuk menganalisa gugus fungsi dari senyawa-senyawa organik, polimer, coating atau pelapisan, material semikonduktor, senyawa-senyawa anorganik, dan mineral. FTIR mampu menganalisa suatu material baik secara keseluruhan, lapisan tipis, cairan, padatan, pasta, serbuk, serat, dan bentuk yang lainnya dari suatu material. Spektroskopi FTIR tidak hanya mempunyai kemampuan untuk analisa kualitatif, namun juga bisa untuk analisa kuantitatif. Dasar munculnya spektroskopi FTIR adalah dengan mengansumsikan semua molekul menyerap sinar inframerah, kecuali molekul-molekul monoatom (He, Ne, Ar, dll) dan molekul-molekul homopolar diatomik (H₂, N₂, O₂, dll). Molekul akan menyerap sinar inframerah pada frekuensi tertentu yang mempengaruhi momen dipolar atau ikatan dari suatu molekul (Rizky, 2016).

Gugus fungsi yang paling banyak muncul pada karbon aktif dengan menggunakan FTIR adalah gugus fungsi C-O. Oleh karena itu penentuan gugus fungsi atau unsur kimia pada permukaan karbon aktif dapat dilakukan analisis

dengan menggunakan FTIR. FTIR memanfaatkan sinar IR dekat yang berada pada jangkauan panjang gelombang 2,5 - 25 μm atau jangkauan frekuensi 400 – 4000 cm^{-1} . Sinar ini muncul akibat vibrasi atom-atom pada posisi kesetimbangan dalam molekul dan kombinasi vibrasi dengan rotasi menghasilkan spektrum vibrasi-rotasi. Panjang gelombang eksak dari absorpsi oleh suatu tipe ikatan, bergantung pada macam getaran dari ikatan tersebut. Oleh karena itu, tipe ikatan yang berlainan menyerap radiasi inframerah pada panjang gelombang yang berlainan. Dengan demikian spektrometri inframerah dapat digunakan untuk mengidentifikasi adanya gugus fungsi dalam suatu molekul (Supratman, 2010).



Gambar 2.5 Daerah Spektrum FTIR (Nandiyanto *et al*, 2018)

Identifikasi pita absorpsi khas yang disebabkan oleh berbagai gugus fungsi merupakan dasar analisis spektrum inframerah. Munculnya sebuah puncak serapan dalam sebuah spektrum inframerah menunjukkan adanya beberapa gugus fungsi tertentu yang terdapat dalam suatu senyawa. Demikian pula dengan hilangnya puncak serapan dalam suatu spektrum inframerah menunjukkan bahwa gugus yang menyerap pada daerah tersebut tidak ada (Pine, 1980).

2.8 Kajian Integrasi Islam

Karbon merupakan unsur yang melimpah dan mudah ditemukan di alam semesta. Kandungan karbon banyak terdapat dalam limbah hasil pertanian, peternakan maupun perkebunan. Dalam hasil perkebunan, karbon didapatkan dengan melakukan pemanasan terhadap bambu dengan diberikan perlakuan untuk menghasilkan suatu material yang memiliki manfaat dan nilai ekonomi lebih tinggi. Hal ini sesuai dengan firman Allah SWT (QS. Thaha : 53) yang menunjukkan bahwa seluruh tumbuhan diciptakan untuk diambil manfaatnya.

الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الْأَرْضَ ضَمًّا مَهْدًا وَسَلَكَ لَكُمْ فِيهَا سُبُلًا وَأَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ أَزْوَاجًا مِّنْ نَّبَاتٍ شَتَّى

Artinya: “Yang telah menjadikan bagimu bumi sebagai hamparan dan yang telah menjadikan bagimu di bumi itu jalan-jalan, dan menurunkan dari langit air hujan. Maka Kami tumbuhkan dengan air hujan itu berjenis-jenis dari tumbuh-tumbuhan yang yang bermacam-macam”. (QS. Thaha : 53)

Penggalan ayat surat Thaha diatas menjelaskan bahwa Allah SWT menciptakan tumbuhan untuk diambil manfaatnya. Banyak macam-macam tumbuhan di bumi salah satunya bambu. Batang bayak memiliki manfaat dalam kehidupan sehari-hari, seperti: pot tanaman, kursi, dinding, tangga dan kerajinan lainnya. Dalam bidang ilmiah bambu dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembuatan material baru, seperti karbon, grafena dan turunan sejenisnya.

Bambu memerlukan beberapa perlakuan khusus untuk menghasilkan suatu material baru (karbon). Hal ini dijelaskan dalam Al-Qur’an surat Al-Kahfi ayat 96:

أَوَلَمْ يَتَفَكَّرُوا فِي أَنفُسِهِمْ مَا خَلَقَ اللَّهُ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ وَمَا بَيْنَهُمَا إِلَّا بِالْحَقِّ وَأَجَلٍ مُّسَمًّى وَإِنَّ كَثِيرًا مِّنَ النَّاسِ بِلِقَاءِ رَبِّهِمْ لَكَافِرُونَ

Artinya: “Berilah aku potongan-potongan besi”. Hingga apabila besi itu telah sama rata dengan kedua (puncak) gunung itu, berkatalah Dzulkarnain: “Tiuplah (api itu)”. Hingga apabila besi itu sudah menjadi (merah seperti) api, diapun berkata: “Berilah aku tembaga (yang mendidih) agar aku tuangkan ke atas besi panas itu” (QS. Al-Kahfi : 96).

Firman Allah dalam surat Al-Kahfi ayat 96 diatas menunjukkan bahwa segala sesuatu bahan apapun itu akan menjadi barang berguna bila diolah dengan baik. Hal tersebut dapat kita ambil dari kalimat yang memiliki arti berikut “...Hingga apabila besi itu sudah menjadi (merah seperti) api, diapun berkata: “Berilah aku tembaga (yang mendidih) agar aku tuangkan ke atas besi panas itu”. Ayat tersebut menjelaskan bahwa dari bahan dasar besi yang diolah dengan cara meleburkannya dalam api dan memasukkan tembaga akan menghasilkan material baru yang memiliki banyak manfaat. Hal tersebut juga berlaku untuk pembuatan karbon aktif berbahan dasar bambu yang memerlukan beberapa perlakuan, seperti pemanasan dan proses aktivasi agar menghasilkan material baru dengan sifat fisis yang baik.

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan merupakan eksperimen menggunakan bahan bambu untuk pembuatan material karbon aktif. Proses yang dilakukan yaitu meliputi karbonisasi, aktivasi, pirolisis dan karakterisasi. Karakterisasi sampel menggunakan FTIR, UV-Vis, dan AAS (*Atomic Absorbtion Spectrometry*).

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Juli – September 2020, di Laboratorium Riset Fisika, Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Maulana Malik Ibrahim Malang. Karakterisasi FTIR (*Fourier Transform Infrared*) dan UV-Vis dilakukan di Laboratorium Kimia, Jurusan Kimia, UIN Maulana Malik Ibrahim Malang dan AAS (*Atomic absorbtion Spectrometry*) dilakukan di Laboratoruim Kimia, Jurusan Kimia, Universitas Negeri Malang.

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. *Furnace*
2. *Magnetic bar*
3. *Hot plate*
4. Krusibel
5. Ayakan 200 mesh

6. Gunting
7. Mortar dan alu
8. *Beaker glass*
9. Alumunium Foil
10. Spatula
11. Botol Sampel
12. Oven
13. Neraca digital
14. Gelas ukur
15. Pipet tetes
16. Pinset
17. pH meter
18. Labu ukur 1000ml
19. Gelas erlenmeyer 100ml

3.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Bambu
2. HCl
3. Aquades
4. Aquabides
5. *Methylene Blue*
6. Timbal (Pb)

3.3.3 Alat Karakterisasi

Alat karakterisasi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

1. FTIR (*Fourier Transform Infrared*)
2. Spektrofotometer UV-Vis
3. AAS (*Atomic Absorbtion Spectrometry*)

3.4 Variabel Penelitian

Variabel sintesis dan karakterisasi karbon aktif dari bambu yaitu dengan penambahan variasi HCl 0.5 M, 1 M, 1.5 M dan 2 M (variabel bebas), karbon bambu, timbal (Pb) dan *methylene blue* (variabel terikat).

3.5 Prosedur Penelitian

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahap kegiatan yaitu pembuatan karbon bambu, pembuatan material karbon aktif, aktivasi kimia dengan variasi konsentrasi HCl, pembuatan larutan Pb, karakterisasi material.

3.5.1 Pembuatan Karbon Aktif dari Bambu (Yulian dkk, 2014)

1. Bambu dicuci sampai bersih, kemudian dipotong kecil-kecil dan dijemur sampai kering.
2. Bambu dikarbonisasi menggunakan *furnace* pada temperatur 400°C selama 1 jam untuk menghasilkan arang (karbon). Kemudian dihaluskan dan disaring menggunakan ayakan ukuran 200 mesh.
3. Karbon bambu sebanyak 15 gram dicampurkan dengan larutan HCl 150 ml (variasi konsentrasi 0.5 M, 1 M, 1.5 M dan 2 M) ke dalam beaker glass.

4. Campuran karbon dan HCl diaduk menggunakan *magnetic stirrer* pada temperatur 200°C selama 4 jam dengan kecepatan putar 300 rpm hingga kering.
5. Sampel yang telah diaktivasi digerus kembali menggunakan mortar agate hingga halus, kemudian dipanaskan pada suhu 400°C selama 1 jam dengan menggunakan *furnace*.
6. Sampel yang telah dipanaskan dicuci menggunakan aquades sampai pH netral.
7. Karbon aktif dari bambu dianalisa menggunakan FTIR dan Uv-Vis.

3.5.2 Analisis Luas Permukaan Menggunakan Metode Absorpsi *Methylene Blue*

Langkah-langkah kerja pada metode adsorpsi *Methylene Blue* diantaranya:

1. Penentuan panjang gelombang maksimum *Methylene Blue*

Larutan *Methylene Blue* (MB) 5 ppm diukur pada panjang gelombang 600-680 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Kemudian dianalisis spektranya. Panjang gelombang yang memberikan serapan maksimum merupakan panjang gelombang maksimum

2. Pembuatan kurva baku

Dibuat seri larutan baku *Methylene Blue* dengan konsentrasi 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 dan 16 ppm kemudian diukur adsorbansinya pada setiap konsentrasi menggunakan spektrofotometer U-Vis. Kemudian dibuat kurva hubungan antara konsentrasi dengan adsorbansi.

3. Penentuan waktu adsorpsi optimum

Sebanyak 0,05 gram karbon aktif dari bambu dimasukkan ke dalam tabung erlenmeyer kemudian ditambahkan 20ml *methylene blue* 16 ppm. Kemudian dikocok dengan erlenmeyer shaker dengan variasi waktu 20, 30, 40, 50, dan 60, menit pada 150 rpm. Campuran disaring dan filtrate diukur adsorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum.

4. Penentuan luas permukaan spesifik

Sebanyak 0,05 gram karbon aktif dari bambu dimasukkan ke dalam tabung erlenmeyer kemudian ditambahkan 20 ml *Methylene Blue* 16 ppm. Kemudian dikocok dengan erlenmeyer shaker pada 150 rpm selama waktu optimum yang dihasilkan. Campuran disaring dan filtrate diukur adsorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum.

3.5.3 Adsorpsi larutan Pb

1. Disiapkan sebuk Pb sebanyak 0,3 gram dan aquabides sebanyak 1000 ml.
2. Pb dan aquabides dimasukkan ke dalam labu ukur kemudian diaduk hingga homogeny, labu ukur ditutupi dengan *aluminium foil* agar tidak terpapar sinar.
3. Sebanyak 2 gram karbon aktif dari bambu ditambahkan ke dalam 50 ml larutan Pb 300 ppm yang telah diencerkan.

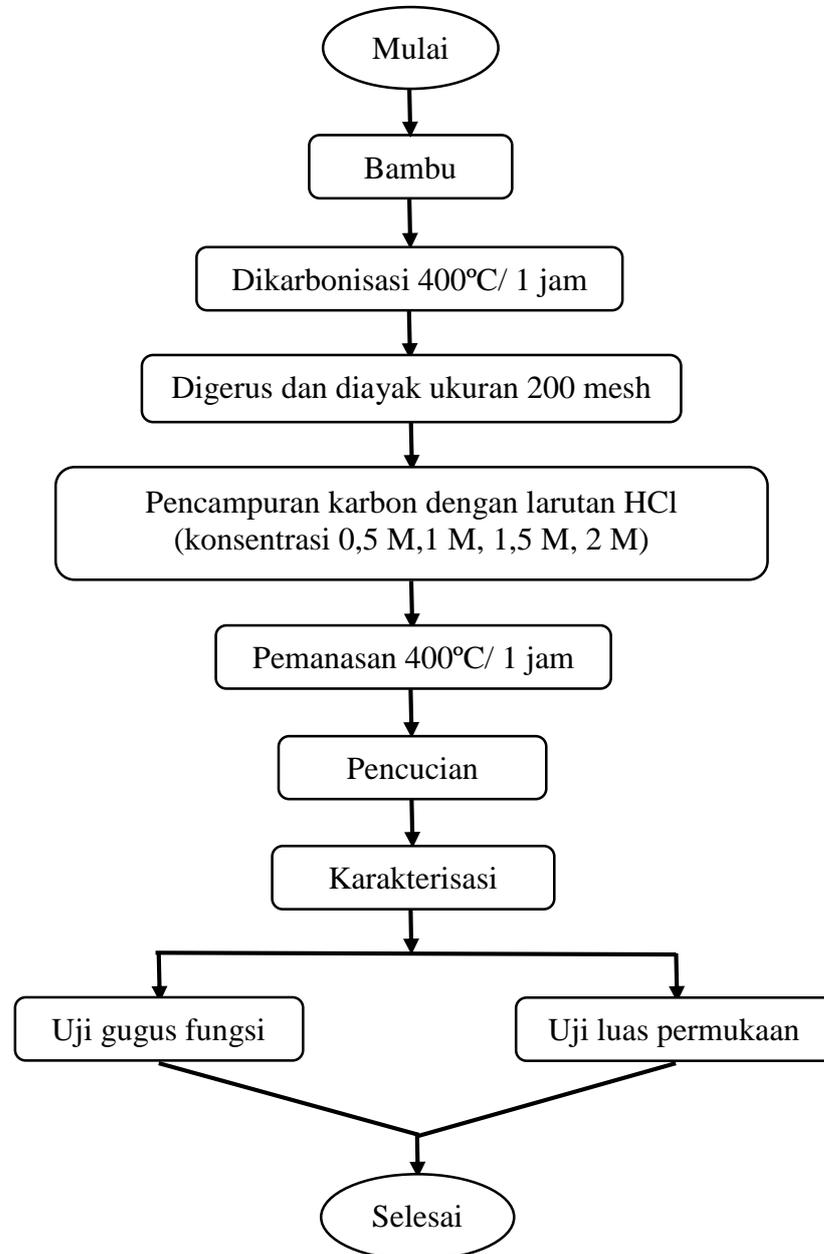
4. Dicampur karbon aktif dari bambu kedalam 50 ml larutan Pb 300 ppm dan diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 15 menit dengan kecepatan putar 250 rpm.
5. Setelah diaduk, larutan tersebut didiamkan dengan variasi waktu kontak 0, 24 jam, 48 jam.
6. Diulangi langkah 3-5 pada setiap konsentrasi aktivaor HCl.
7. Dipisahkan larutan tanpa karbon dan dianalisa menggunakan AAS.

3.5.4 Karakterisasi Sampel

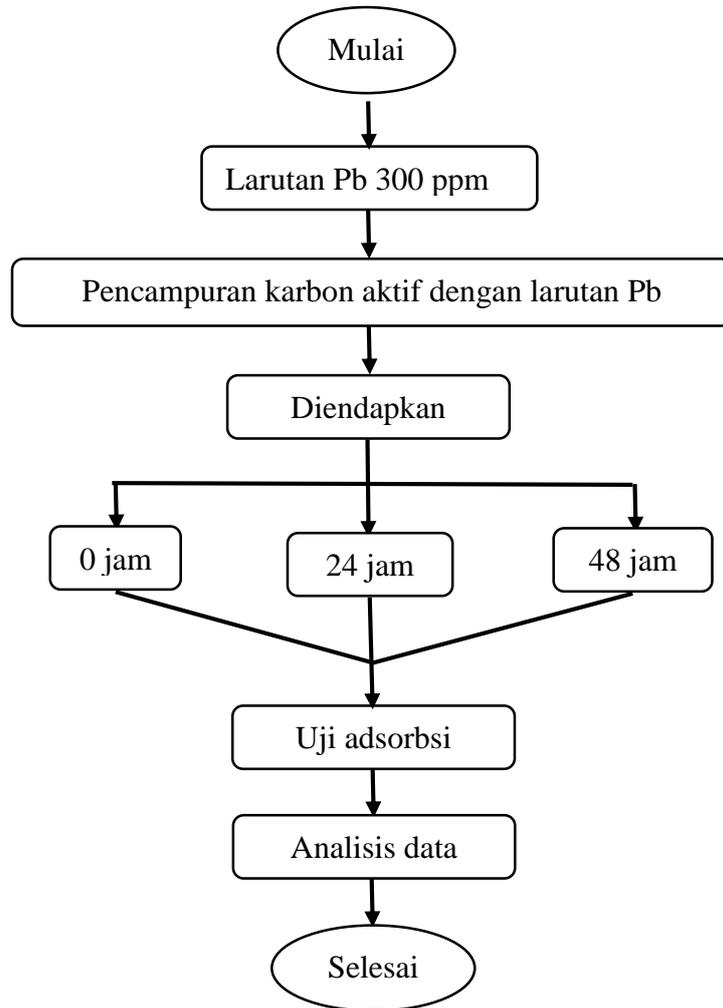
1. Sampel diuji menggunakan FTIR (*Fourier Transform Infrared*) untuk mengetahui gugs fungsi karbon aktif dari bambu.
2. Sampel diuji menggunakan Spektrofotometer UV-Vis dengan metode absorpsi *methylene blue* untuk mengetahui luas permukaan karbon aktif dari bambu.
3. Sampel diuji menggunakan AAS (*Atomic Absorbtion Spectrometry*) untuk mengetahui daya serap karbon aktif dari bambu terhadap timbal (Pb).

3.6 Diagram Alir Penelitian

3.6.1 Diagram Alir Pembuatan Karbon Aktif dari Bambu



3.6.2 Diagram Alir Absorpsi Limbah Pb



3.7 Teknik Pengumpulan Data

Data yang diambil dalam penelitian ini adalah data karakterisasi dari FTIR (*Fourier Transform Infrared*) untuk menganalisis gugus fungsinya, Spektrofotometer UV-Vis untuk analisis luas permukaan karbon aktif dari bambu dan AAS (*Atomic Absorbtion Spectrometry*) untuk menganalisis kadar timbal (Pb).

3.7.1 Analisis Gugus Fungsi Karbon Aktif dari Bambu Menggunakan FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*)

FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*) digunakan untuk mengidentifikasi karakteristik gugus fungsi dari bambu sebelum dan sesudah teraktivasi. Sampel yang dianalisis menggunakan FTIR adalah serbuk karbon aktif dari bambu sebelum aktivasi dan sesudah aktivasi menggunakan HCl seluruh variasi. Hasil pengujian didapatkan data transmittan, lalu diplotkan kedalam grafik dan ditandai bagian lembah untuk dicocokkan dengan data *sheet* sehingga dapat diketahui gugus fungsi dari setiap sampel.

3.7.2 Analisis Luas Permukaan Menggunakan Metode Absorpsi *Methylene Blue*

Data yang diperoleh pada penelitian ini adalah data pengujian larutan *methylene blue* yang telah dicampur dengan karbon aktif dari bambu. Pengujian dilakukan menggunakan UV-Vis untuk mengetahui nilai absorbansi, sehingga dapat menentukan luas permukaan dari sampel karbon aktif dari bambu.

Luas permukaan dihitung dengan persamaan (Simanjuntak, 2017):

$$\text{Abs} = ax \pm b \quad (3.1)$$

$$X_m = \frac{C}{1000} \cdot \frac{V}{B} \quad (3.2)$$

$$S = \frac{X_m \times N \times A}{M} \quad (3.2)$$

Tabel 3.1 Data Hasil Analisis Luas Permukaan

Sampel	Luas Permukaan
C+HCl 0,5 M	
C+HCl 1 M	
C+HCl 1,5 M	
C+HCl 2 M	

3.7.3 Analisis Adsorpsi Logam Timbal (Pb) Menggunakan AAS (*Atomic Absorbtion Spectrometry*)

Data yang diambil dalam penelitian ini adalah data pengujian adsorpsi. Karbon aktif dari bambu dicampur dengan larutan timbal (Pb), kemudian dilakukan karakterisasi dengan AAS (*Atomic Absorbtion Spectrometry*) untuk mengetahui kadar Pb dalam sampel dengan variasi waktu kontak adsorpsi.

Menentukan kadar timbal yang telah teradsorpsi karbon menggunakan persamaan berikut (Widayatno, 2017):

$$Pb_{(\text{yang terserap})} = Pb_{(\text{awal})} - Pb_{(\text{akhir})} \quad (3.4)$$

$$\% \text{Adsorpsi} = \frac{Pb \text{ yang terserap}}{Pb \text{ awal}} \times 100\% \quad (3.5)$$

Tabel 3.2 Tabel Data Hasil AAS (*Atomic Absorbtion Spectrometry*)

Konsentrasi HCl (M)	Waktu	Pb awal (ppm)	Pb akhir (ppm)	Penurunan Pb (%)	Pb teradsorbsi
Kontrol	0 jam				
Karbon tanpa aktivasi	24 jam				
	48 jam				
0,5	24 jam				
	48 jam				
1	24 jam				
	48 jam				
1,5	24 jam				
	48 jam				
2	24 jam				
	48 jam				

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Penelitian

Penelitian karbon aktif sebagai adsorben timbal (Pb) dimulai pada Juli 2020 sampai September 2020. Preparasi sampel dilakukan di Laboratorium Riset Fisika dan Laboratorium Kimia Dasar Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Analisis gugus fungsi menggunakan spektra FTIR (*Fourier Transform Infrared*) dan analisis luas permukaan menggunakan metode absorpsi *methylene blue* dilakukan di Laboratorium Kimia Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Analisis kemampuan adsorpsi karbon aktif terhadap timbal (Pb) menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectrometry*) dilakukan di Laboratorium Kimia Universitas Negeri Malang.

4.1.1 Pembuatan Karbon Aktif dari Bambu

Pembuatan karbon aktif dari bambu dilakukan dengan dua proses yaitu proses karbonisasi dan proses aktivasi. Sebelum dikarbonisasi bambu dibersihkan dengan air dan dikeringkan dibawah sinar matahari selama ± 48 jam. Bambu dikarbonisasi pada temperatur 400°C selama 1 jam menggunakan *furnace* untuk menguraikan senyawa-senyawa yang terdapat didalam bambu diantaranya hemiselulosa, selulosa, dan lignin. Masing-masing senyawa tersebut terurai pada temperatur yang berbeda. Menurut Yulian, dkk (2014), pada temperatur 120 – 150°C terjadi penghilangan kadar air yang terdapat dalam bambu, pada temperatur 200 – 250°C terjadi penguraian hemiselulosa, penguraian selulosa pada temperatur 280 – 320°C, dan pada temperatur 400°C terakhir terjadi penguraian

lignin . Terjadinya penguraian senyawa ditunjukkan dari penurunan massa sebelum dan sesudah karbonisasi, dari 422,71 gram menjadi 123,03 gram (berkurang 70%).

Serbuk karbon dari bambu yang sudah diayak kemudian diaktivasi menggunakan HCl dengan variasi konsentrasi 0.5 M, 1 M, 1.5 M dan 2 M. Penggunaan variasi konsentrasi bertujuan untuk dapatkan karbon aktif yang paling optimum dalam menyerap logam timbal (Pb). Proses aktivasi dilakukan dengan memasukkan serbuk karbon kedalam 150 ml larutan HCl kemudian diaduk menggunakan *hot plate* pada temperatur 200°C dengan kecepatan putar 300 rpm selama 4 jam. Selanjutnya karbon aktif dipanaskan pada suhu 400°C selama 1 jam menggunakan *furnace*. Proses ini bertujuan untuk mempercepat interaksi antara larutan HCl dengan karbon karena energi panas yang diberikan dapat memperbesar energi kinetik sehingga HCl dapat terserap kedalam karbon (Hartini, 2014). Kemudian sampel dibilas menggunakan aquadest hingga pH netral. Pencucian dilakukan untuk menghilangkan asam yang tersisa dan memurnikan karbon. Kemudian sampel dikeringkan menggunakan oven pada temperatur 100°C selama 1 jam untuk kadar air dalam karbon aktif. *Yield massa* karbon sebelum dan sesudah diaktivasi dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$Yield\ Massa = \frac{\text{massa akhir}}{\text{massa awal}} \times 100\% \quad (4.1)$$

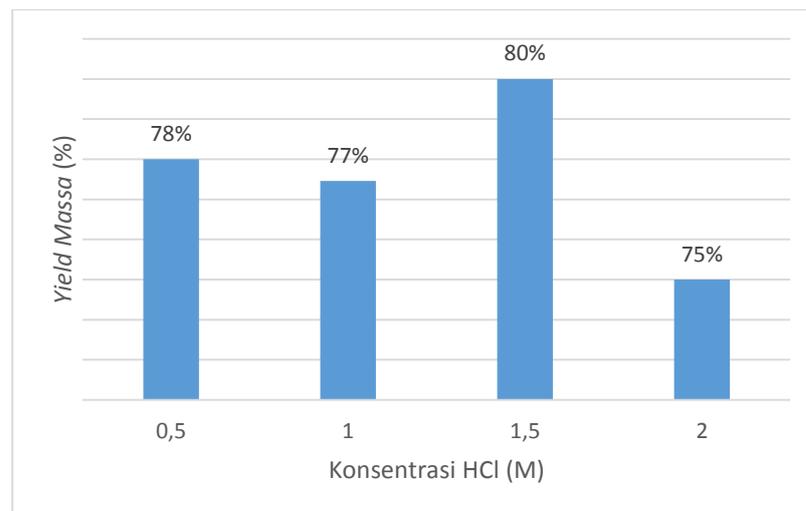
Setelah dihitung menggunakan persamaan (4.1), didapatkan nilai *yield massa* karbon bambu tanpa aktivasi sebesar 29%. Hal ini menunjukkan bahwa

hampir seluruh senyawa yang terdapat didalam bambu telah terurai. Nilai *yield massa* karbon yang telah diaktivasi ditunjukkan pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 *Yield Massa* Karbon Sebelum dan Sesudah Aktivasi

Konsentrasi HCl (M)	Massa Sebelum Aktivasi (gram)	Massa Sesudah Aktivasi (gram)	<i>Yield Massa</i>
0,5	15	11,7	78%
1	15	11,62	77%
1,5	15	12,06	80%
2	15	11,34	75%

Dari tabel 4.1 kemudian dibuat grafik fungsi antara karbon aktif dengan variasi konsentrasi dan *yield massa* yang didapatkan dari perhitungan.

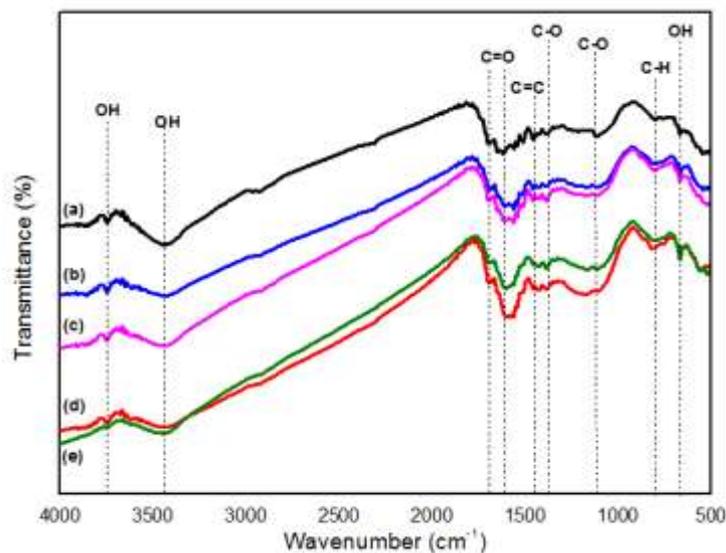


4.1 *Yield Massa* Karbon Sebelum dan sesudah Aktivasi

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa proses aktivasi berpengaruh terhadap nilai *yield massa* karbon aktif yang dihasilkan. Nilai *yield massa* paling tinggi didapatkan pada konsentrasi HCl 1.5 M dan yang terendah pada konsentrasi HCl 2 M.

4.1.2 Analisis Gugus Fungsi Menggunakan Spektra FTIR (*Fourier Transform Infrared*)

Karakterisasi menggunakan FTIR spektrometer dilakukan untuk mengetahui komponen kimia yang terdapat didalam karbon aktif. Data hasil karakterisasi yang didapatkan adalah spektra FTIR berupa % transmitan (sumbu Y) dan bilangan gelombang (sumbu X). Transmittansi dari spektra FTIR menunjukkan variasi konsentrasi HCl, sedangkan bilangan gelombang menunjukkan vibrasi struktur kima dalam sampel. Dari spektra tersebut dianalisis gugus fungsinya dengan mencocokkan puncak-puncak yang dihasilkan menggunakan Origin sehingga didapatkan grafik seperti pada gambar berikut ini.



Gambar 4.2 Spektra FTIR sampel (a) Karbon Bambu (b) Konsentrasi HCl 1 M (c) Konsentrasi HCl 1,5 M (d) Konsentrasi HCl 0,5 M (e) Konsentrasi HCl 2 M

Gambar 4.2 menunjukkan bahwa pada spektrum tersebut terdapat 5 pita serapan yang teridentifikasi. Hasil pembacaan spektrum beberapa sampel variasi konsentrasi HCl menggunakan rentang bilangan gelombang 500-4000 cm^{-1} . Dari

gambar tersebut kemudian dianalisis menggunakan data standart yang ditunjukkan pada tabel berikut ini.

Tabel 4.2 Gugus Fungsi Karbon Aktif dari Bambu

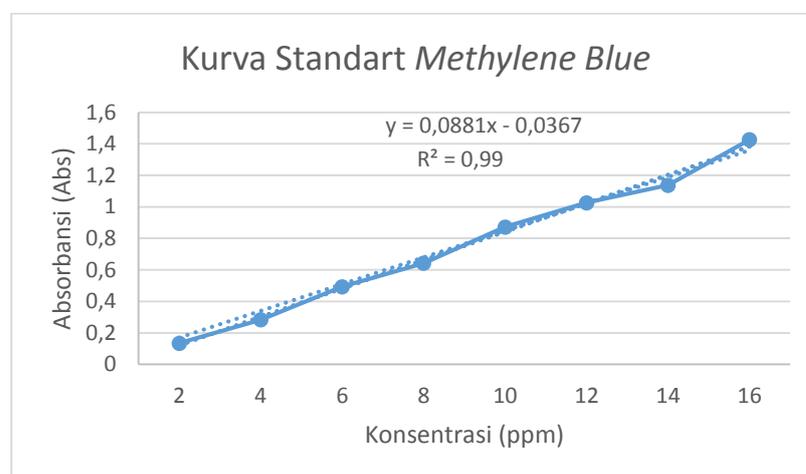
Karbon Tanpa Aktivasi	FT-IR Peaks (cm ⁻¹)				Vibrational Mode
	0,5 M	1 M	1,5 M	2 M	
666,675	667,714	666,990	667,942	668,115	O-H bending
798,774	811,762		802,346	799,162	C-H stretching
1113,383	1111,432	1112,133	1112,249	1112,888	C-O stretching
1213,917	1173,242	1206,411	1165,269	1162,867	C-O stretching
1510,075	1597,369	1559,840	1560,215	1433,196	C=C aromatic
1559,884		1612,949	1613,340	1600,305	C=O stretching
1698,077	1697,400	1698,005	1698,401		C=O stretching
3443,965	3444,368	3444,730	3445,203	3448,053	O-H stretching
3747,493	3749,717	3748,713	3749,735		O-H stretching

Tabel 4.2 menunjukkan terjadinya sedikit pergeseran bilangan gelombang yang disebabkan adanya penambahan agen aktivator. Pita lebar dengan intensitas kuat pada daerah bilangan gelombang 3444,368 -3749,735 cm⁻¹ menunjukkan adanya gugus O-H hidroksil. Puncak kecil pada bilangan gelombang 1600,305 – 1698,401 cm⁻¹ sesuai dengan getaran regangan C=O dalam karbonil seperti keton, aldehida, lakton dan gugus karboksilat. Puncak serapan pada bilangan gelombang 1433,196 – 1597,369 cm⁻¹ yang menandakan adanya gugus C=C dari cincin aromatik yang merupakan senyawa khas dari karbon aktif. Gugus C=C dapat terbentuk melalui dekomposisi ikatan C-H dan gugus C=O yang terkonjugasi dengan cincin aromatik. Pada daerah bilangan gelombang 1111,432 – 1384,917 cm⁻¹ menunjukkan adanya gugus C-O karbonil. Gugus fungsi C-H aromatik

terdapat pada daerah bilangan gelombang $799,162 - 811,762 \text{ cm}^{-1}$ dan pada daerah bilangan gelombang $668,115 - 666,990 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya gugus fungsi O-H alkohol.

4.1.3 Analilis Luas Permukaan Karbon Aktif dari Bambu Menggunakan Metode Absorpsi *Methylene Blue*

Luas permukaan karbon aktif dianalisis menggunakan metode absorbansi *methylene blue* yang diuji menggunakan spektrofotometr UV-Vis. Tahap pertama yang dilakukan adalah penentuan kurva standart untuk mengetahui hubungan antara konsentrasi dan absorbansi *methylene blue*. Kurva standart diukur dengan konsentrasi 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 dan 16 ppm pada panjang gelombang 664,1 nm. Hasil penentun kurva standart ditunjukkan pada gambar 4.4



Gambar 4.3 Kurva Standart *Methylene Blue*

Gambar 4.4 menunjukkan bahwa konsentrasi dan absorbansi *methylene blue* berbanding lurus. Dari kurva standart tersebut didapatkan persamaan regresi linier, yaitu:

$$y = 0,0881x - 0,0367 \quad (4.2)$$

Dimana y merupakan absorbansi *methylene blue* dan x merupakan konsentrasi *methylene blue*. Persamaan (4.2) digunakan untuk menentukan nilai konsentrasi *methylene blue* yang tersisa (ppm) setelah pengukuran absorbansi.

Penentuan luas permukaan karbon aktif dari bambu dilakukan dengan memasukkan 0,05 gram karbon aktif dari bambu kedalam beaker gelas yang berisi 20 ml larutan *methylene blue* 16 ppm. Kemudian diaduk hingga homogen dengan ditutup aluminium foil agar tidak terpapar sinar matahari. Selama proses pencampuran terjadi interaksi antara karbon aktif dengan *methylene blue*, pada proses ini larutan *methylene blue* terserap kedalam permukaan karbon aktif sehingga warna larutan menjadi jernih. Banyaknya *methylene blue* yang terserap akan sebanding dengan luas permukaan dari karbon aktif. Besarnya konsentrasi *methylene blue* yang terserap dapat dihitung dengan cara konsentrasi awal *methylene blue* dikurangi dengan konsentrasi sisa *methylene blue*. Setelah didapat nilai konsentrasi *methylene blue* yang terserap, dapat dihitung nilai X_m menggunakan persamaan (4.3) (Simanjuntak, 2017):

$$X_m = \frac{C}{1000} \cdot \frac{V}{B} \quad (4.3)$$

Dimana X_m merupakan banyaknya *methylene blue* yang terserap oleh 1 gram karbon (mg/g), C merupakan konsentrasi *methylene blue* (ppm), V merupakan volume *methylene blue* (ml) dan B merupakan massa adsorben (gram). Nilai X_m dapat digunakan untuk menghitung luas permukaan karbon aktif dengan persamaan (4.4) (Hartini, 2014):

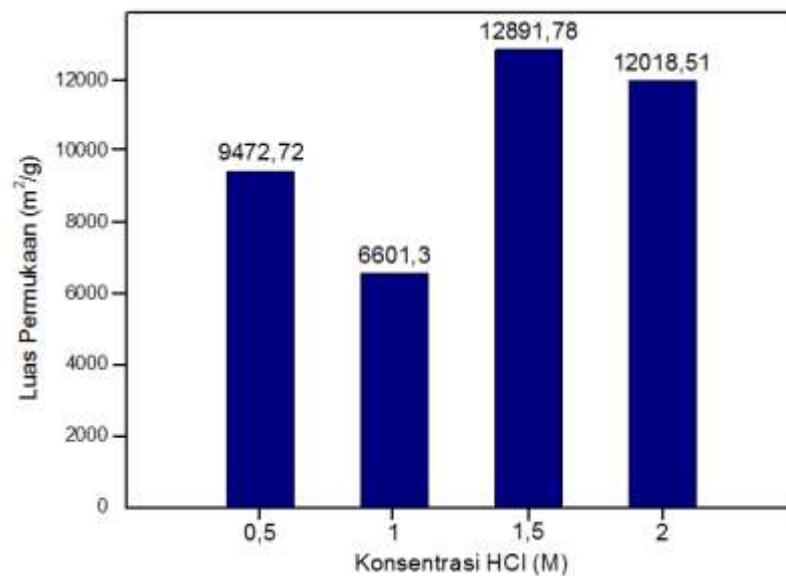
$$S = \frac{X_m \cdot N \cdot A}{M_r} \quad (4.4)$$

Dimana S merupakan luas permukaan spesifik (m^2/g), A merupakan luas permukaan 1 molekul *Methylene Blue* ($197,2 \times 10^{-20} \text{ m}^2$), N merupakan bilangan avogadro ($6,02 \times 10^{23}$ molekul/mol) dan M merupakan massa molekul *Methylene Blue* (320 g/mol). Dari hasil analisis absorpsi *methylene blue* didapatkan luas permukaan pada karbon tanpa aktivasi sebesar $17642,94 \text{ m}^2/\text{g}$. Data tersebut menunjukkan bahwa karbon bambu tanpa aktivasi dapat digunakan sebagai adsorben timbal (Pb). Sedangkan hasil perhitungan luas permukaan karbon aktif dari bambu dapat dilihat pada tabel 4.3 dan gambar 4.4.

Tabel 4.3 Hasil Analisis Luas Permukaan Karbon Aktif Menggunakan *Methylene Blue*

Konsentrasi HCl (M)	Luas Permukaan (m^2/g)
0,5	9472,72
1	6601,30
1,5	12891,78
2	12018,51

Dari tabel 4.3 kemudian dibuat grafik fungsi antara luas permukaan karbon aktif dengan variasi konsentrasi HCl yang ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 4.4 Hasil Analisis Luas Permukaan Karbon Aktif Menggunakan *Methylene Blue*

Gambar 4.5 menunjukkan bahwa penambahan aktivator dapat mempengaruhi luas permukaan karbon aktif. Luas permukaan tertinggi pada saat konsentrasi HCl 1,5 M yaitu 12891,78 m²/g, sedangkan luas permukaan terendah pada saat konsentrasi 1 M yaitu 6601,30 m²/g.

4.1.4 Analisis Adsorpsi Logam Timbal (Pb) Menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectrometry*)

Pengujian adsorpsi pada karbon aktif sebelum aktivasi dan sesudah aktivasi dilakukan menggunakan larutan timbal (Pb) sintesis. Karbon aktif dari bambu sebanyak 0,3 gram dimasukkan kedalam larutan Pb 50 ml dengan konsentrasi 300 ppm kemudian diaduk menggunakan *hot plate* dengan kecepatan putar 150 rpm. Variasi waktu kontak yang digunakan adalah 24 dan 48 jam. Tujuan dari variasi waktu kontak adalah untuk menentukan waktu optimum yang dibutuhkan adsorben untuk menyerap timbal (Pb). Data hasil analisis adsorpsi logam timbal

(Pb) menggunakan AAS (*Atomic Absorbtion Spectrometry*) yang didapat berupa konsentrasi timbal yang tersisa dalam satuan ppm. Konsentrasi timbal yang terserap dapat dihitung dengan persamaan (4.5). Nilai presentase adsorpsi timbal (Pb) dapat dihitung menggunakan persamaan (4.6) (Widayatno, 2017):

$$\text{Pb (teradsorpsi)} = \text{Pb (awal)} - \text{Pb (sisa)} \quad (4.5)$$

$$\% \text{Adsorpsi} = \frac{\text{Pb (teradsorpsi)}}{\text{Pb (awal)}} \times 100\% \quad (4.6)$$

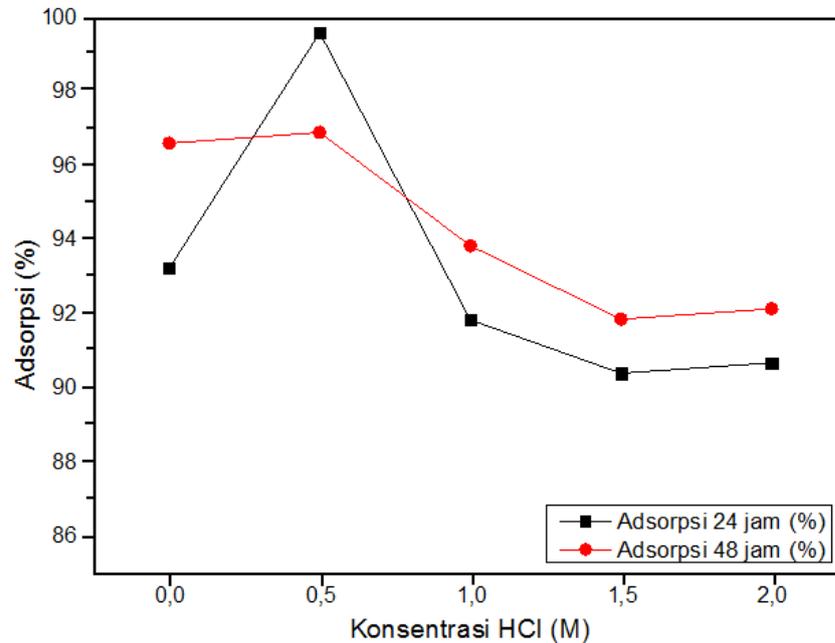
Setelah dihitung menggunakan persamaan (4.6) didapatkan kadar timbal (Pb) yang terserap oleh karbon aktif dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil Analilis Daya Serap Karbon Aktif dari Bambu Terhadap Timbal (Pb)

Konsentrasi HCl (M)	Waktu	Pb awal (ppm)	Pb akhir (ppm)	Pb Teradsorp (ppm)	Adsorpsi Pb (%)
Kontrol	0 jam	300	300	0	0
Karbon tanpa aktivasi	24 jam	300	20,1560	279,844	93,28
	48 jam	300	10,0030	289,997	96,66
0,5	24 jam	300	1,0515	298,9485	99,64
	48 jam	300	9,1312	290,8688	96,95
1	24 jam	300	24,3131	275,6869	91,89
	48 jam	300	18,3027	281,6973	93,89
1,5	24 jam	300	28,6420	271,358	90,45
	48 jam	300	24,2561	275,7439	91,91
2	24 jam	300	27,7953	272,2047	90,73
	48 jam	300	23,4191	276,5809	92,19

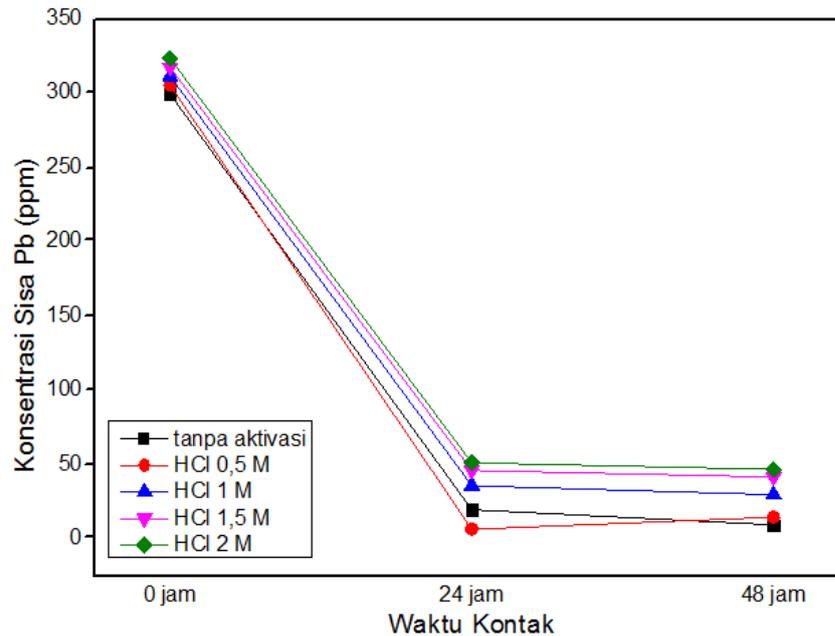
Tabel 4.5 menunjukkan hasil persentase adsorpsi karbon aktif dari bambu dalam menyerap logam timbal (Pb). Adsorpsi maksimum karbon aktif dari bambu

terjadi pada konsentrasi aktivator 0,5 M dengan waktu kontak 24 jam yaitu sebesar 99,64% dan waktu kontak 48 jam sebesar 96,95%.



Gambar 4.5 Pengaruh Konsentrasi HCl Terhadap % Penurunan Pb Pada Waktu Kontak 24 dan 48 jam

Gambar 4.6 menunjukkan pengaruh konsentrasi aktivator dengan persentase adsorpsi karbon aktif dari bambu terhadap logam timbal (Pb). Pada grafik tersebut terlihat bahwa waktu optimum karbon aktif menyerap logam timbal (Pb) adalah 24 jam pada konsentrasi HCl 0,5 M. kemudian mengalami penurunan pada konsentrasi HCl 1-2 M.



Gambar 4.6 Grafik Hubungan Antara Konsentrasi Sisa Timbal dengan Waktu Kontak Perendaman

Gambar 4.6 menunjukkan terjadinya penurunan konsentrasi sisa timbal (Pb) dari perendaman dengan waktu kontak 24 jam ke 48 jam.

4.2 Pembahasan

Bambu merupakan salah satu tumbuhan yang berpotensi sebagai bahan dasar karbon aktif karena memiliki beberapa kandungan senyawa yaitu hemiselulosa, selulosa dan lignin. Dalam penelitian ini karbon dari bambu diaktivasi menggunakan HCl dengan variasi konsentrasi 0.5, 1, 1.5 dan 2 M. Penambahan aktivator HCl memiliki peranan penting dalam hasil *yield massa* karena akan membentuk pori-pori baru sehingga dapat mempengaruhi massa dari karbon aktif. Nilai *yiled massa* karbon tanpa aktivasi sebesar 29%, sedangkan *yield massa* karbon setelah aktivasi memiliki hasil yang tidak stabil yaitu rentang 75-80%. Nilai *yield massa* terendah pada saat penambahan konsentrasi HCl 2 M yaitu 75%. Hal ini dikarenakan pada saat proses aktivasi dengan konsentrasi HCl 2 M

terjadi pengikisan permukaan karbon dan penguapan zat pengotor secara maksimal sehingga memiliki massa akhir yang lebih kecil dari sampel yang lain. Sedangkan untuk sampel dengan konsentrasi HCl 0.5, 1 dan 1.5 memiliki nilai *yield massa* yang lebih tinggi karena sampel masih terdapat zat pengotor dan sisa larutan HCl. Sehingga pada konsentrasi tersebut tidak terjadi pengikisan permukaan dan penguapan zat pengotor secara maksimal.

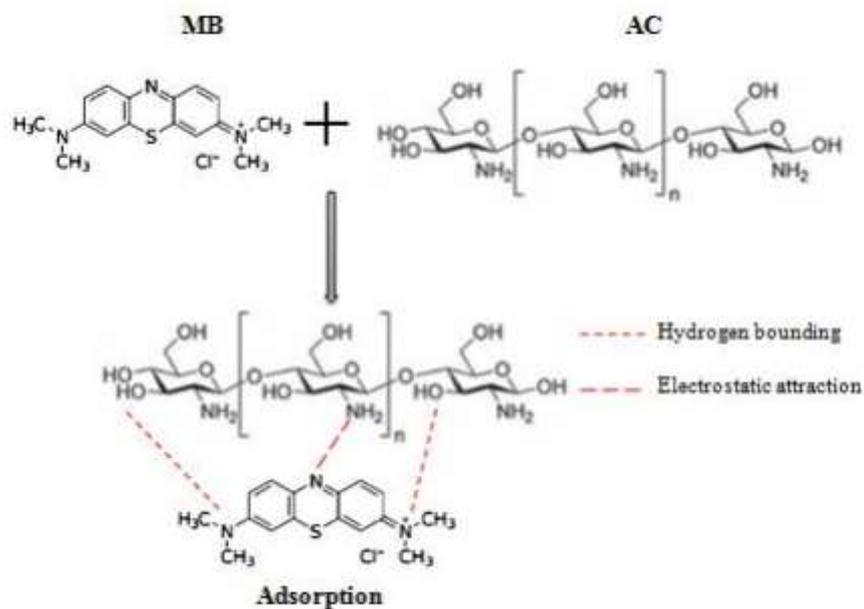
Hasil analisis spektrum FTIR menunjukkan bahwa gugus fungsi yang terdapat pada karbon aktif dari bambu antara lain gugus hidroksil (OH), gugus karbonil (C=O), alkana (C-H), gugus aromatik (C=C), dan gugus C-O. Disemua spektrum yang terekam, pada rentang panjang gelombang $3700 - 3400 \text{ cm}^{-1}$ terdapat pita peregangan O-H karena adanya gugus hidroksil permukaan dan air yang diserap secara kimiawi. Asimetri pita ini pada bilangan gelombang lebih rendah menunjukkan adanya ikatan hidrogen yang kuat (Biniak *et.al*, 1997).

Setelah proses aktivasi intensitas puncak serapan semakin meningkat karena terjadinya interaksi antara zat aktivator dengan senyawa yang terdapat pada permukaan karbon seperti oksigen, hidrogen dan nitrogen yang berasal dari proses preparasi maupun atmosfer. Adanya karakteristik pita serapan C-H disemua spektrum menunjukkan keberadaan beberapa gugus alifatik. Spektrum dibawah 2000 cm^{-1} menunjukkan absorpsi khas dari oksigen yang ditandai dengan munculnya gugus C=O. Gugus C=O merupakan ikatan senyawa khas dari karbon aktif sehingga dapat dikatakan bahwa bambu telah membentuk zat aktif karbon (Handika, 2017). Pada daerah bilangan gelombang 1500 cm^{-1} terdapat gugus fungsi C=C. Ikatan komponen senyawa gugus fungsi C=C menunjukkan jumlah kemurnian yang tinggi, dimana terjadi pelepasan unsur O atau H pada awal yang

menyatu dengan unsur C. Pita lebar lain dalam rentang $1400-1380\text{ cm}^{-1}$ terdiri dari pita serapan yang berasal dari struktur karbosisil-karbonat, getaran deformasi gugus hidroksil permukaan dan getaran C-H. Puncak yang membentuk pita adsorpsi pada daerah bilangan gelombang $1300 - 1000\text{ cm}^{-1}$ yang signifikan menunjukkan adanya gugus C-O. Adsorpsi dibawah 800 cm^{-1} terdapat getaran deformasi dari gugus C-H yang terletak ditepi bidang aromatik (Biniak, *et.al* 1997). Adanya gugus O-H menunjukkan bahwa karbon bambu yang dihasilkan cenderung bersifat polar (mudah menguap) sehingga dapat digunakan sebagai adsorben zat yang cenderung bersifat polar seperti untuk penjernihan air, gula, alkohol dan lainnya (Nasution, 2013).

Penambahan aktivator HCl dapat mempengaruhi luas permukaan karbon aktif. Dimana luas permukaan merupakan salah satu karakter fisik yang memiliki peranan penting dalam menentukan kualitas dari karbon aktif sebagai adsorben. Karbon bambu memiliki luas permukaan sebesar $17642,94\text{ m}^2/\text{g}$. Sedangkan karbon yang telah diaktivasi menggunakan HCl memiliki luas permukaan tertinggi pada saat konsentrasi 1,5 M yaitu $12891,78\text{ m}^2/\text{g}$ dan mengalami penurunan pada konsentrasi 2 M. Hal ini disebabkan pada konsentrasi aktivator tinggi (2 M) masih terdapat sisa-sisa aktivator HCl yang mengisi pori-pori karbon sehingga didapatkan luas permukaan yang kecil. Pada saat konsentrasi aktivator yang tinggi molekul dalam karbon cenderung bersifat asam sehingga memiliki banyak ion H^+ , yang membuat permukaan karbon aktif menjadi lebih positif sehingga menyebabkan tolakan elektrostatis pada permukaan *methylene blue* semakin kuat dan daya serap karbon aktif semakin kecil (Mualiful, 2017).

Penentuan luas permukaan pada karbon aktif dari bambu menggunakan pendekatan pada setiap satu molekul *methylene blue* yang mengisi volume pori karbon aktif sebesar $197,2 \times 10^{-20} \text{ m}^2$. Dalam setiap satu mol terdiri atas $6,02 \times 10^{23}$ molekul sesuai dengan bilangan avogadro, sehingga dapat diketahui luas permukaan karbon aktif dengan banyaknya *methylene blue* yang terserap kedalam pori-pori karbon aktif (Hartini, 2014). Mekanisme absorpsi *methylene blue* ke dalam karbon aktif mengacu pada gaya elektrostatis, pertukaran ion dan reaksi kimia (Fan *et al*, 2016). Seperti yang diilustrasikan pada gambar berikut ini.



Gambar 4.7 Mekanisme Absorpsi *Methylene Blue* kedalam Karbon Aktif (Khasij *et al*, 2017)

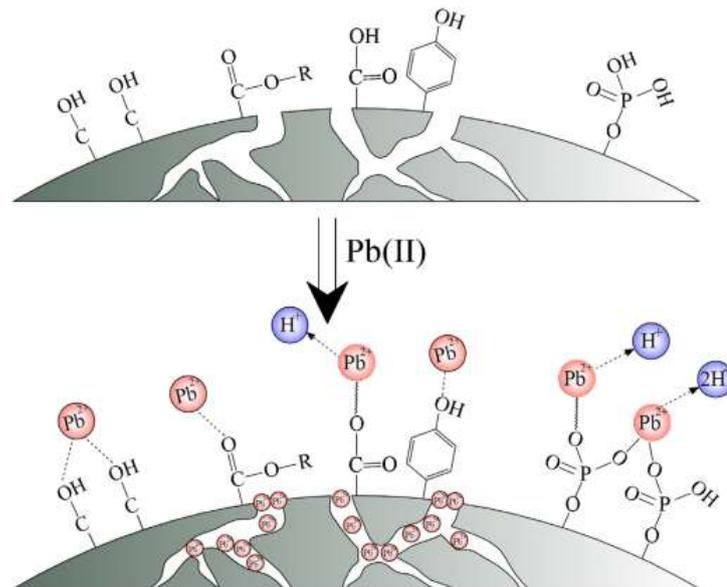
Gambar 4.7 menunjukkan interaksi antara karbon aktif dengan *methylene blue*. Pada gambar terlihat bahwa langkah pertama difusi eksternal dan adsorpsi merupakan mekanisme yang dominan, tetapi semakin lamanya waktu difusi intrapartikel akan menjadi dominan (Khasij *et al*, 2017).

Variasi konsentrasi HCl dapat mempengaruhi daya serap karbon aktif terhadap timbal (Pb). Pada percobaan ini, karbon bambu tanpa aktivasi nilai

prosentase adsorpsi dengan waktu kontak 24 jam sebesar 93,28% dan waktu kontak 48 jam sebesar 96,66%. %. Semakin lama waktu kontak, semakin banyak timbal (Pb) yang terserap karena pada karbon yang belum teraktivasi tidak terdapat zat aktivator yang menutup pori-pori sehingga semakin banyak peluang partikel karbon untuk berinteraksi dengan timbal (Pb). Sedangkan pada karbon yang telah diaktivasi didapatkan nilai prosentase adsorpsi paling tinggi sebesar 99,64% pada waktu kontak 24 jam dan 96,95% pada waktu kontak 48 jam. Menurut Huang (2013), pada 24 jam pertama masih terdapat permukaan kosong sehingga banyak logam Pb yang terikat dalam pori-pori karbon aktif. Ketika waktu kontak meningkat, karbon aktif telah mengalami kejenuhan dan kesetimbangan. Pb sudah tidak bisa berinteraksi dengan karbon aktif dan permukaan kosong yang tersisa sulit ditempati karena terjadi gaya tolak menolak antara molekul Pb dan karbon aktif. Prosentase adsorpsi karbon terhadap timbal memiliki nilai tertinggi pada saat konsentrasi HCl 0,5 M kemudian mengalami penurunan pada konsentrasi 1, 1.5 dan 2 M. Hal ini dikarenakan dipermukaan karbon aktif masih terdapat sisa aktivator yang mengendap sehingga pori-pori karbon aktif tertutup dan menyebabkan daya adsorpsinya menurun. Menurut Wirani (2017), salah satu faktor yang menyebabkan menurunnya daya adsorpsi karbon aktif adalah luas permukaan. Semakin besar luas permukaan maka semakin besar pori-pori yang terbentuk, sehingga dapat meningkatkan sifat higroskopis karbon aktif untuk menyerap air di udara. Keberadaan air tersebut dapat menutupi pori-pori karbon aktif dan menghambat terjadinya proses adsorpsi.

Proses adsorpsi terdiri dari adsorpsi elektrostatis dan adsorpsi fisika untuk menyerap timbal (Pb). Adsorpsi elektrostatis merupakan gaya tarik menarik yang

lemah antara adsorben dan adsorbat. Sehingga adsorbat hanya menempel pada permukaan dari adsorben. Sedangkan adsorpsi fisika yaitu proses masuknya adsorbat kedalam pori-pori suatu adsorben (Latupeirisa, 2018). Mekanisme adsorpsi timbal (Pb) kedalam karbon aktif dapat dilihat pada gambar 4.8.



Gambar 4.8 Mekanisme Adsorpsi Timbal (Pb) Kedalam Karbon Aktif (Huang *et al*, 2013)

Gambar 4.8 menunjukkan terdapat tiga kemungkinan mekanisme adsorpsi Pb kedalam karbon aktif, yaitu H^+ dari gugus asam hidroksil, karboksil atau fosfat pada pertukaran permukaan karbon aktif dengan timbal (Pb), gugus fungsi O-H dan C=O menyediakan situs aktif untuk kompleksasi permukaan karbon aktif dengan timbal (Pb), dan mesoporositas yang sangat berkembang membantu mempercepat difusi ion terdehidarsi timbal (Pb) kedalam karbon aktif (Huang *et al*, 2013).

Seorang saintis khususnya fisikawan muslim diharapkan selalu merenungkan dan memikirkan mengenai banyaknya nikmat yang Allah ciptakan untuk diambil manfaatnya. Karena Allah menciptakan segala sesuatu yang berada dibumi bertujuan untuk memenuhi kebutuhan hidup agar tidak ada yang sia-sia.

Salah satu pemanfaatan tersebut yaitu dengan cara meningkatkan daya guna bambu yang dijadikan sebagai bahan dasar adsorben (karbon aktif). Sebagaimana firman Allah dalam surat Ar-Rum ayat 8.

ءَأْتِنِي زُبرًا حديدٍ حَتَّى إِذَا سَاوَبَيْنَ الصَّدَفَيْنِ قَالَ انْفُحُوا حَتَّى إِذَا جَعَلَهُ نَارًا قَالَ ءَأْتُونِي أُفْرِغَ عَلَيْهِ قِطْرًا

Artinya: *“Dan mengapa mereka tidak memikirkan tentang (kejadian) diri mereka?, Allah tidak menjadikan langit dan bumi dan apa yang ada di antara keduanya melainkan dengan (tujuan) yang benar dan waktu yang ditentukan. Dan sesungguhnya kebanyakan diantara manusia benar-benar ingkar akan pertemuan dengan Tuhannya”*. (QS. Ar-Rum : 8)

Ayat tersebut menjelaskan bahwa Allah menciptakan langit, bumi dan apa yang ada diantara keduanya bukan untuk permainan atau sia-sia melainkan untuk tujuan yang benar. Setelah dikaji dan dilakukan penelitian, pohon bambu jika diolah dengan baik dapat menghasilkan sesuatu yang memiliki banyak manfaat salah satunya diolah menjadi karbon aktif. Proses dan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat memberikan ilmu pengetahuan baru. Rasa iman dan taqwa akan meningkat seiring bertambahnya ilmu pengetahuan yang dimiliki. Allah juga akan mengangkat derajat bagi setiap orang yang beriman dan berilmu.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini yaitu:

1. Variasi konsentrasi HCl tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap gugus fungsi karbon aktif yang dihasilkan. Hasil analisis spektra FTIR pada karbon aktif menunjukkan adanya gugus fungsi OH, C=O, C=C, C-O dan C-H yang merupakan komponen penyusun karbon aktif. Gugus fungsi OH menunjukkan adanya gugus hidroksil pada permukaan dan kandungan air yang terdapat pada karbon aktif. Penambahan konsentrasi HCl menyebabkan intensitas serapan gugus C=C semakin tinggi yang menunjukkan jumlah karbon semakin besar.
2. Penambahan konsentrasi HCl menyebabkan perubahan luas permukaan pada karbon aktif dari bambu. Hasil analisis luas permukaan menggunakan metode adsorpsi *methylene blue* didapatkan nilai optimum pada saat konsentrasi HCl 1.5M yaitu 12891,78 m²/g.
3. Penambahan variasi konsentrasi HCl tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap hasil adsorpsi limbah timbal (Pb) dengan variasi waktu kontak 24 dan 48 jam. Hasil analisis kadar timbal (Pb) didapatkan nilai persentase optimum pada waktu kontak 24 jam yaitu 99,64%.

5.2 Saran

Penelitian ini masih perlu dikembangkan dengan menggunakan agen aktivator lain untuk memperoleh karakteristik karbon aktif yang lebih baik. Perlu dilakukan karakterisasi karbon aktif dari bambu secara kuantitatif dengan menggunakan instrumen lain seperti BET. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai uji daya serap karbon aktif terhadap logam berat lain seperti Cr, Fe, Cu.

DAFTAR PUSTAKA

- Abrori, Romi. 2016. Eksplorasi dan Karakterisasi Bambu (*Poaceae Bambusoideae*) di Kecamatan Tirtoyudo Kabupaten Malang (Skripsi). Malang: Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Malang.
- Al-Quran Terjemahan. 2015. Departemen Agama RI Bandung: CV Darus Sunnah.
- Annisa. dkk. 2017. Keragaman Morfologi dan Genetik Bambu di Arboretum Universitas Padjadjaran, Sumedang, Jawa Barat. *PROS SEM NAS MASY BIODIV INDON*. Volume 3, Nomor 3, ISSN: 2407-8050 Halaman: 351-360.
- Anjani, R.P dan Koesatiari, T. 2014. Penentuan Massa Dan Waktu Kontak Optimum Adsorpsi Karbon Granular Sebagai Adsorben Logam Berat Pb(Ii) Dengan Pesaing Ion Na⁺. *UNESA Journal of Chemistry* Vol. 3, No. 3.
- Apsari, A. T. dan D. Fitriasti. 2010. Studi Kinetika Penjerapan Ion Khromium dan Ion Tembaga Menggunakan Kitosan Produk dari Cangkang Kepiting. *Skripsi*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Biniak, S. *et al.* 1997. The Characterization of Activated Carbons with Oxygen and Nitrogen Surface Groups. *Carbon*. Vol.35, No. 12, pp. 1799-1810, 1997.
- Chen, Xiufanf, *et al.* 2017. A novel hierarchical porous nitrogen-doped carbon derived from bamboo shoot for high performance supercapacitor. *Scientific Reports*. 7: 7362. doi:10.1038/s41598-017-06730-x.
- Dewi, K.S.P. 2008. *Kemampuan Adsorpsi Batu Pasir yang Dilapisi Besi Oksida (Fe₂O₃) untuk Menurunkan Kadar Pb dalam Larutan*. Bukit Jimbaran: Jurusan Kimia FMIPA Universitas Udayana.

- Ding, L.P. *et al.* 2003. Analysis of Multicomponent Adsorption Kinetics on Activated Carbon. *AIChE Journal*. Vol. 49, No. 4, pp. 883-895.
- Fan, L., *et al.* 2016. Domestic Water Consumption under Intermittent Continuous Modes of Water Supply. *Water Resources Management Journal Online*. 28 : 853-865.
- Fatiasari, W dan Hermiati, E. 2008. *Analisis Morfologi Serat dan Sifat Fisis-Kimia pada Enam Jenis Bambu Sebagai Bahan Baku Pulp dan Kertas*. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Hutan*. 1(2) : 67-72.
- Gandjar, I.G., dan Rohman A. 2010. *Analisis Obat Secara Spektrofotometri dan Kromatografi*. Yogyakarta : Pustaka Belajar.
- Gurgel, L. V. A. *et al.* 2008. Adsorption of Cu(II), Cd(II), and Pb(II) from Aqueous Single Metal Solution by Cellulose and Mercerized Cellulose Chemically Modified with Succinic Anhydride. *Biosource Technology*, 99(8), 3077-3083.
- Gusnita, Dessy. 2012. *Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) Di Udara dan Upaya Penghapusan Bensin Bertimbal*. Peneliti Bidang Komposisi Atmosfer, LAPAN.
- Handika, G. Dkk. 2017. Karakteristik Karbon aktif dari Pemanfaatan Limbah Tanaman Kelapa Sawit dengan Penambahan Aktivator Natrium Karbonat (Na_2CO_3) dan Natrium Klorida (NaCl). *Jurnal Teknik Kimia USU*. Vol. 6 No. 4.

- Hartini, Lilis. 2014. Karakterisasi Karbon Aktif Teraktivasi NaCl dari Ampas Tahu. (Skripsi). Malang : Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Hsu, L.Y., Teng, H. 2000. Influence of Different Chemical Reagents on The Preparation of Activated Carbons from Bituminous Coal. *Fuel Processing Technology*, 64, 155-166.
- Huang, Yang. *et al.* 2013. Adsorption of Pb(II) on Mesoporous Activated Carbons Fabricated from Water Hyacinth using H₃PO₄ Activation: Adsorption Capacity, Kinetic and Isotherm Studies. *Applied Surface Science*. 293,160-168.
- Imawati, A dan Adhitiyawarman. 2015. *Kapasitas Adsorpsi Maksimum Ion Pb(II) Oleh Arang Aktif Ampas Kopi Teraktivasi HCl dan H₃PO₄*. JKK. Volume 4(2), halaman 50-61.
- Khashij, M. *et al.* 2017. Methylene Blue Removal from Aqueous Solutions by Activated Carbon Prepared from N. Microphyllum (AC-NM): RSM Analysis, Isotherms and Kinetic Studies. *Global NEST Journal*, 19(4), 697-705.
- Kusnosaputro, H. 2006. *Teknologi Lingkungan, Logam Toksik dan Berbahaya*. FKM-UI Press dan Pusat Penelitian Sumber Daya Manusia dan Lingkungan. Jakarta.
- Latupeirissa, J. *et al.* 2018. Kinetics of Blue Methylene Dyes Adsorption Substances By Activated Carbon From Hazelnut Shell (*Aleurites moluccana* (L) Willd). *Indo. J. Chem. Res*, 6(1), 12-21.

- Lee, S.Y. *et al.* 2017. Persimmon Leaf Bio-Waste for Adsorptive Removal of Heavy Metals from Aqueous Solution. *Journal Environmental Management*. 209 : 382-392. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.12.080>.
- Manocha, S. 2003. Porous Carbon. *Department of Materials Science*, Sardar Patel University, Vallabh Vidyanagar 388 120. India.
- Marunung, M. dkk. 2019. *Pembuatan Dan Karakterisasi Arang Aktif Dari Bambu Apus (Gigantochloa Apus) Dengan Aktivator H₃PO₄*. JURNAL KIMIA 13 (1) : 16 – 21.
- Mazidah, R. 2014. Pemanfaatan Mikroalga *Chorella* sp. Sebagai Bioremediator Logam Berat Timbal (Pb) dari Lumpur Lapindo. Malang : Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Malang. *Skripsi*.
- Misfadhila, S. dkk. 2018. Pengaplikasian Cangkang Telur dan Karbon Aktif sebagai Adsorben Logam Timbal. *Jurnal Farmasi Higea*. Vol. 10, No. 2.
- Mualiful, M. dkk. 2017. Optimasi Penggunaan Biosorbent Berbasis Biomassa: Pengaruh Konsentrasi Aktivator Terhadap Luas Permukaan Karbon Aktif Berbahan Eceng Gondok (*Eichornia Crossipes*) Untuk Meningkatkan Kualitas Air. *Jurnal Teknik Mesin* Vol. 06.
- Nandiyanto, A.B. *et al.* 2018. How to Read and Interpret FTIR Spectroscopy of Organic Material. *Indonesian Journal of Science & Technology*, Volume 4 Issue 1, Page 97-118.
- Nasution, Z.A. 2013. Karakterisasi dan Identifikasi Gugus Fungsi dari Karbon Cangkang Kelapa Sawit dengan Metode Methano-Pyrolysis. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*. Vol. 24, No. 2, Hal. 108-113.

- Negara, Putra D.N.K. *et al.* 2019. Nanopore structures, surface morphology, and adsorption capacity of tabah bamboo-activated carbons. *Surfaces and Interfaces*. 16 : 22–28. <https://doi.org/10.1016/j.surfin.2019.04.002>.
- Nurseha, A.S. dkk. 2019. *Pengaruh Variasi Konsentrasi Aktivator HCl Terhadap Daya Adsorpsi Karbon Aktif sari Kulit Pisang sebagai Adsorben Ion Timbal(II)*. Yogyakarta: Jurusan Kimia Universitas Negeri Yogyakarta.
- Oscik, J. 1982. *Adsorption*. Edisi Cooper. I. L. John Willey and Sons, New York. Pp. 128-129, 152-154.
- Pasyimi. 2008. *Batubara Jilid II*. Padang: Bung Hatta University Press.
- Pine, S. 1980. *Kimia Organik*. Bandung: Terbitan Keempat. Penerbit ITB.
- Risfandi, P. 2019. Kerjasama *International Network Bamboo and Rattan (INBAR)* dengan Indonesia dalam Pemanfaatan Bambu pada Tahun (2007 – 2012). *eJournal Ilmu Hubungan Internasional*. 7 (3) 1439 – 13450.
- Rizky, T. 2016. Pemanfaatan Daun Matoa (*Pometia Pinnata*) Sebagai Adsorben Logam Timbal (Pb) Dalam Air Menggunakan Aktivator Asam Sitrat ($C_6H_8O_7$) (Skripsi). Yogyakarta : Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
- Saputro, E. A. dkk. 2020. *Review: Teknologi Aktivasi Fisika pada Pembuatan Karbon Aktif dari Limbah Tempurung Kelapa*. *Jurna Teknik Kimia* No. 2, Vol. 26.
- Simanjuntak, M. 2017. *Pengaruh Waktu Kontak Dan Kecepatan Pengadukan Terhadap Adsorpsi Zat Warna Metilen Biru Dengan Karbon Aktif Dari Kulit*

Durian Menggunakan NaOH Sebagai Aktivator. Medan : Departemen Teknik Kimia Universitas Sumatra Utara.

Sunarya, Y. 2007. *Kimia Umum*. Bandung: Grafitasindo.

Supratman, U. 2010. *Equilibrium Penentuan Senyawa Organik*. Padjajaran. Bandung.

Syauqiah, I. 2011. *Analisis Variasi Waktu Dan Kecepatan Pengaduk Pada Proses Adsorpsi Limbah Logam Berat Dengan Arang Aktif*. INFO TEKNIK Vol 12 No. 1.

Thomas, Paul, *et al.* 2019. Recent Developments in Biomass-Derived Carbon as a Potential Sustainable Material for Super-Capacitor-Based Energy Storage and Environmental Applications. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*. 140 : 54–85.

Torre, Ernesto D.L *et al.* 2020. Reactivation Process of Activated Carbons: Effect on the Mechanical and Adsorptive Properties. *Molecules*. 25, 1681, doi:10.3390/molecules25071681.

Udeh, N.U. 2018. Production and Characterization of Activated Carbon from Nigerian Bamboo Using the Two Methods of Activation. *International Journal of Engineering Inventions*. Volume 7, Issue 4 PP: 01-09.

Underwood, A. L and R. A Day, Jr. 1999. *Analisis Kimia Kuantitatif (Terjemahan A. Hadyana Pudjaatmaka) Edisi Kelima*. Erlangga: Jakarta.

Widayatno, T dkk. 2017. Adsorpsi Logam Berat (Pb) dari Limbah Cair Dengan Adsorben Arang Bambu Aktif. *Jurnal Teknologi Bahan Alam*. Vol 1, No. 1.

- Wirani, L.I. 2017. Aktivasi Karbon dari Sekam Padi dengan Aktivator Asam Klorida (HCl) Dan Pengaplikasiannya pada Limbah Pengolahan Baterai Mobil untuk Mengurangi Kadar Timbal (Pb) (Skripsi). Sumatera Utara: Departemen Teknik Kimia Universitas Sumatera Utara.
- Yulian, Anisa dkk. 2014. *Produksi Karbon Aktif Dari Bambu Andong (Gigantochloa Verticillata) Menggunakan Activating Agen ZnCl₂ dan CO₂*. Departemen Teknik Kimia Univesitas Indonesia.
- Yuliusman. 2013. *Pembuatan Karbon Aktif Dari Tempurung Kelapa Sawit Dengan Bahan Pengaktif KOH Dan Gas N₂/CO₂*. Depok : UI.
- Yusniyyah, S.I. 2017. Adsorpsi Logam Cu, Fe dan Pb pada Limbah Laboratorium Kimia UIN Maliki Malang Menggunakan Zeolit Alam Teraktivasi Asam Sulfat (H₂SO₄) dengan Variasi Konsentrasi (Skripsi). Malang : Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Zhang, Xiaoping, *et al.* 2020. Adsorption of Methylene Blue in Water onto Activated Carbon by Surfactant Modification. *Water*. 12, 587, doi:10.3390/w12020587.

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 PERHITUNGAN BAHAN

1. Yield Massa

a. Pembuatan Karbon Bambu (T = 400 °C)

Diket :

Massa sebelum karbonisasi = 422,71 gram

Massa sesudah karbonisasi = 123,03 gram

Ditanya yield massa (%) ...?

Jawab :

$$\begin{aligned} \text{Yield massa (\%)} &= \frac{\text{Massa sebelum karbonisasi}}{\text{Massa sesudah karbonisasi}} \times 100\% \\ &= \frac{422,71}{123,03} \times 100\% \\ &= 29,10\% \end{aligned}$$

b. Proses Aktivasi

➤ Karbon HCl 0,5 M

Diket :

Massa sebelum aktivasi = 15 gram

Massa sesudah aktivasi = 11,7 gram

Ditanya yield massa (%) ...?

Jawab :

$$\begin{aligned} \text{Yield massa (\%)} &= \frac{\text{Massa sebelum aktivasi}}{\text{Massa sesudah aktivasi}} \times 100\% \\ &= \frac{15}{11,7} \times 100\% \\ &= 78\% \end{aligned}$$

➤ Karbon HCl 1 M

Diket :

Massa sebelum aktivasi = 15 gram

Massa sesudah aktivasi = 11,62 gram

Ditanya yield massa (%) ...?

Jawab :

$$\text{Yield massa (\%)} = \frac{\text{Massa sebelum aktivasi}}{\text{Massa sesudah aktivasi}} \times 100\%$$

$$= \frac{15}{11,62} \times 100\%$$

$$= 77\%$$

➤ Karbon HCl 1,5 M

Diket :

Massa sebelum aktivasi = 15 gram

Massa sesudah aktivasi = 12,06 gram

Ditanya yield massa (%) ...?

Jawab :

$$\text{Yield massa (\%)} = \frac{\text{Massa sebelum aktivasi}}{\text{Massa sesudah aktivasi}} \times 100\%$$

$$= \frac{15}{12,06} \times 100\%$$

$$= 80\%$$

➤ Karbon HCl 2 M

Diket :

Massa sebelum aktivasi = 15 gram

Massa sesudah aktivasi = 11,34 gram

Ditanya yield massa (%) ...?

Jawab :

$$\text{Yield massa (\%)} = \frac{\text{Massa sebelum aktivasi}}{\text{Massa sesudah aktivasi}} \times 100\%$$

$$= \frac{15}{11,34} \times 100\%$$

$$= 75\%$$

2. Preparasi Sampel

a. Pengenceran HCl (37%)

Diket :

Berat jenis = 1,19 gram/ml

Berat molekul = 36,5 gram/mol

Ditanya M ...?

$$M = \frac{(10 \times \% \times \text{berat jenis})}{\text{berat molekul}}$$

$$= \frac{10 \times 37\% \times 1,19}{36,5}$$

$$= 12,06 \text{ M}$$

b. Pembutan Sampel

➤ Karbon HCl 0,5 M

Diket :

$$M_1 = 12,0630 \text{ M}$$

$$M_2 = 0,5 \text{ M}$$

$$V_2 = 150 \text{ ml}$$

Ditanya V_1 ...?

Jawab :

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$12,06 \times V_1 = 0,5 \times 150 \text{ ml}$$

$$12,06 V_1 = 75$$

$$V_1 = \frac{75}{12,06}$$

$$V_1 = 6,21 \text{ ml}$$

➤ Karbon HCl 1 M

Diket :

$$M_1 = 12,0630 \text{ M}$$

$$M_2 = 1 \text{ M}$$

$$V_2 = 150 \text{ ml}$$

Ditanya V_1 ...?

Jawab :

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$12,06 \times V_1 = 1 \times 150 \text{ ml}$$

$$12,06 V_1 = 150$$

$$V_1 = \frac{150}{12,06}$$

$$V_1 = 12,43 \text{ ml}$$

➤ Karbon HCl 1,5 M

Diket :

$$M_1 = 12,0630 \text{ M}$$

$$M_2 = 1,5 \text{ M}$$

$$V_2 = 150 \text{ ml}$$

Ditanya V_1 ...?

Jawab :

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$12,06 \times V_1 = 1,5 \times 150 \text{ ml}$$

$$12,06 V_1 = 225$$

$$V_1 = \frac{225}{12,06}$$

$$V_1 = 18,65 \text{ ml}$$

➤ Karbon HCl 2 M

Diket :

$$M_1 = 12,0630 \text{ M}$$

$$M_2 = 2 \text{ M}$$

$$V_2 = 150 \text{ ml}$$

Ditanya V_1 ...?

Jawab :

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$12,06 \times V_1 = 2 \times 150 \text{ ml}$$

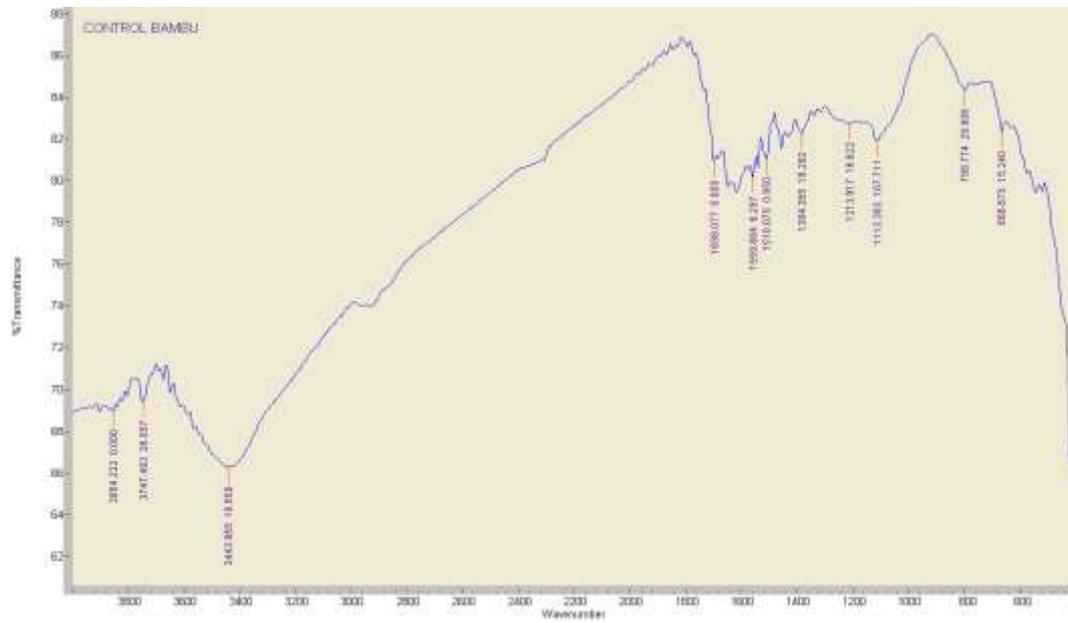
$$12,06 V_1 = 300$$

$$V_1 = \frac{300}{12,06}$$

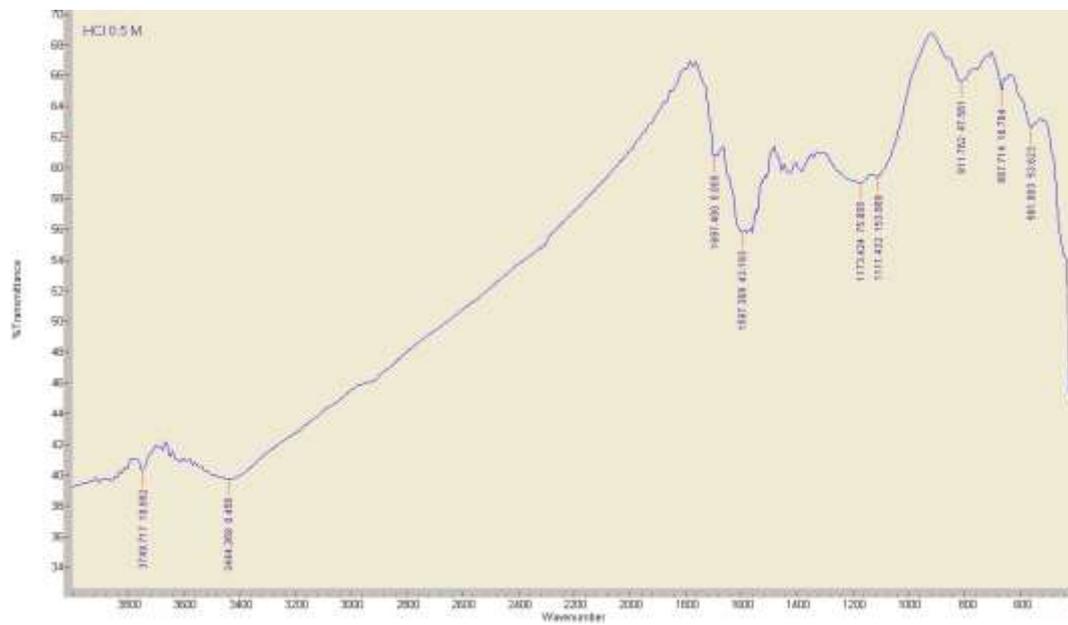
$$V_1 = 23,75 \text{ ml}$$

LAMPIRAN 2 HASIL PENGUJIAN GUGUS FUNGSI

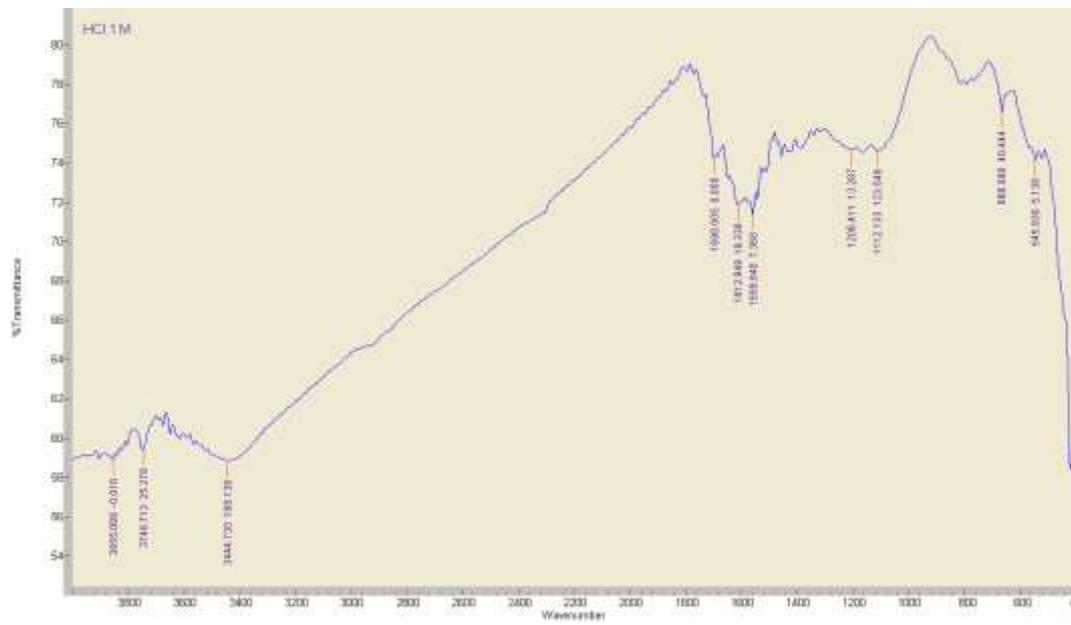
a. Karbon Bambu (T = 400 °C)



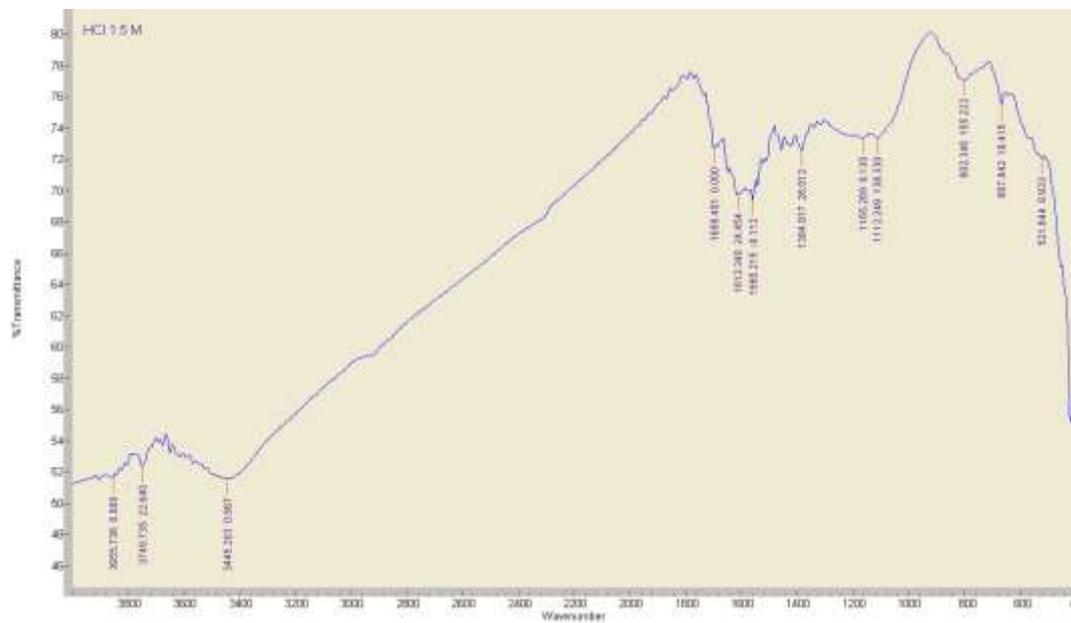
b. Aktivasi HCl 0,5 M



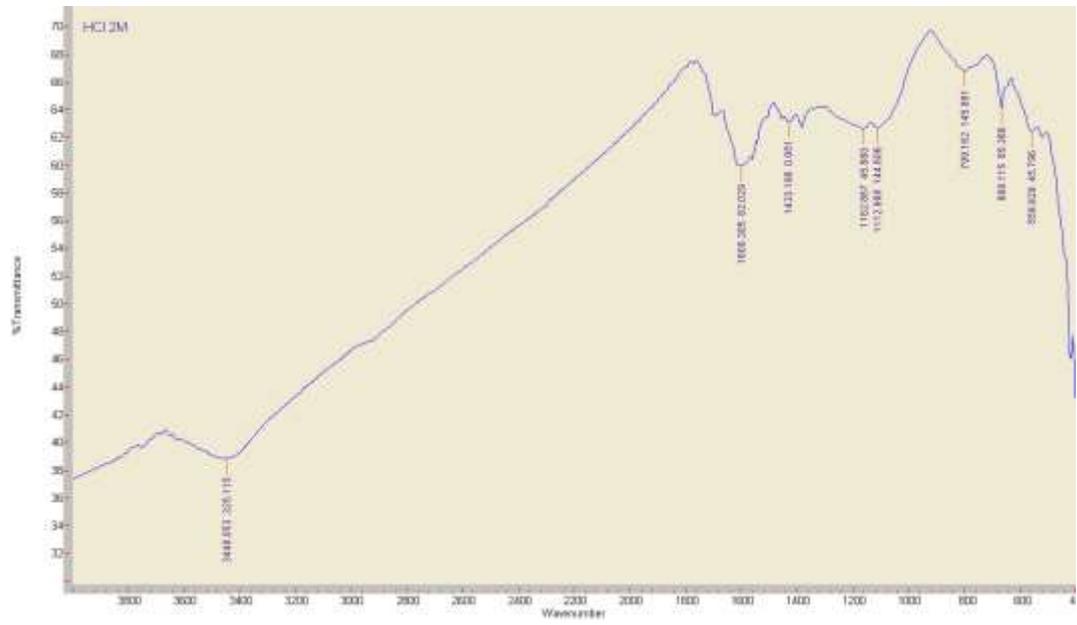
c. Aktivasi HCl 1 M



d. Aktivasi HCl 1,5 M



e. Aktivasi HCl 2 M



LAMPIRAN 3 HASIL UJI UV-VIS

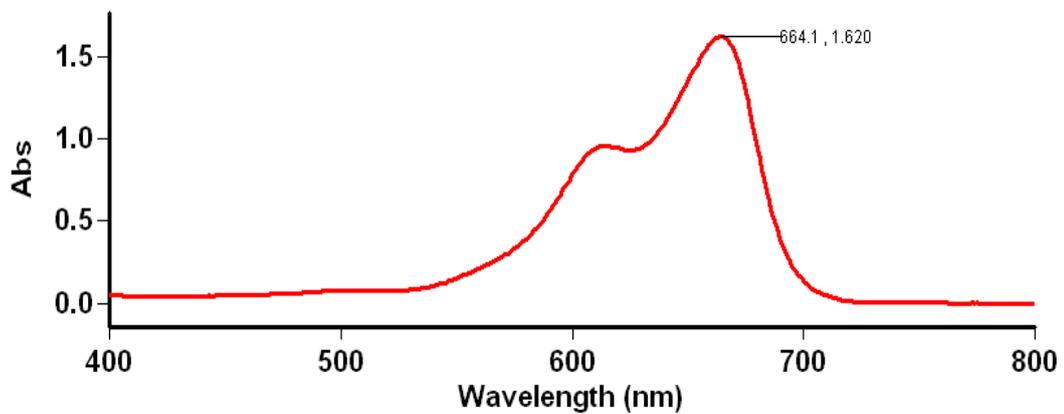
7/5/2021

Laboratorium Kimia – Fakultas Saintek

Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

Lamdha Maks Methylene Blue

Tanggal Analisa : 14 September 2020



Scan Analysis Report

Report Time : Mon 14 Sep 02:30:28 PM 2020

Method:

Batch: D:\Layanan Analisa\Fisika UIN\Dyah Ayu\Lamdha Maks Methylene Blue 16 ppm (14-09-2020).DSW

Software version: 3.00(339)

Operator: Rika

Sample Name: Methylene Blue 16 ppm

Collection Time 9/14/2020 2:31:08 PM

Peak Table

Peak Style

Peaks

Peak Threshold

0.0100

Range

800.0nm to 400.0nm

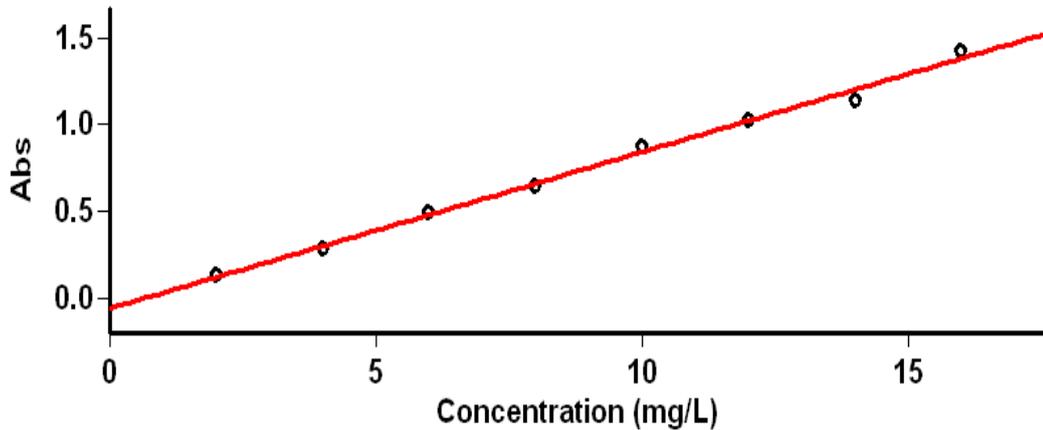
Wavelength (nm)	Abs
664.1	1.620
614.0	0.957

7/5/2021

**Laboratorium Kimia – Fakultas Saintek
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang**

Kurva Standar Methylene Blue

Tanggal Analisa : 25 September 2020



Concentration Analysis Report

Report time 9/24/2020 2:27:41 PM
Method
Batch name D:\Layanan Analisa\Fisika UIN\Antoni Gondo\Kurva Standar Methylene Blue (24-09-2020).BCN
Application Concentration 3.00 (339)
Operator Rika

Instrument Settings

Instrument Cary 50
Instrument version no. 3.00
Wavelength (nm) 664.1
Ordinate Mode Abs
Ave Time (sec) 0.1000
Replicates 3
Standard/Sample averaging OFF
Weight and volume corrections OFF
Fit type Linear
Min R² 0.95000
Concentration units mg/L

Comments:

Zero Report

Read	Abs	nm
Zero	(0.1133)	664.1

Calibration

Collection time 9/24/2020 2:27:55 PM

Standard	Concentration	F	Mean	SD	%RSD	Readings
----------	---------------	---	------	----	------	----------

mg/L

Std	Conc (mg/L)	Abs	SD	CV	Rep
Std 1	2.0	0.1347	0.0012	0.86	0.1337
		0.1360			
		0.1348			
Std 2	4.0	0.2836	0.0002	0.08	0.2834
		0.2831			
		0.2834			
Std 3	6.0	0.4924	0.0010	0.19	0.4937
		0.4943			
		0.4935			
Std 4	8.0	0.6423	0.0013	0.20	0.6437
		0.6412			
		0.6424			
Std 5	10.0	0.8742	0.0034	0.39	0.8734
		0.8679			
		0.8718			
Std 6	12.0	1.0247	0.0015	0.15	1.0271
		1.0277			
		1.0265			
Std 7	14.0	1.1415	0.0047	0.41	1.1323
		1.1383			
		1.1374			
Std 8	16.0	1.4275	0.0054	0.38	1.4202
		1.4307			
		1.4261			

Calibration eqn Abs = 0.09011*Conc -0.05896
Correlation Coefficient 0.99412
Calibration time 9/24/2020 2:30:49 PM

Results Flags Legend

U = Uncalibrated O = Overage
N = Not used in calibration R = Repeat reading

7/5/2021

Laboratorium Kimia – Fakultas Saintek
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

Absorbansi MB Sampel Karbon Bambu

Tanggal Analisa : 14 September 2020

Advanced Reads Report

Report time 9/14/2020 2:59:27 PM
Method
Batch name D:\Layanan Analisa\Fisika UIN\Dini
Mahya\Absorbansi Methylene Blue Sampel Karbon
Bambu (14-09-2020).BAB
Application Advanced Reads 3.00 (339)
Operator Rika

Instrument Settings

Instrument Cary 50
Instrument version no. 3.00
Wavelength (nm) 664.1
Ordinate Mode Abs
Ave Time (sec) 0.1000
Replicates 3
Sample averaging OFF

Comments:

Zero Report

Read	Abs	nm
Zero	(0.1159)	664.1

Analysis

Collection time 9/14/2020 2:59:27 PM

Sample	F	Mean	SD	%RSD	Readings
Kontrol 20 menit					0.4915 0.4917 0.4920
		0.4918	0.0002	0.05	
HCl 0,5 M 20 menit					1.1747 1.1781 1.1733
		1.1754	0.0025	0.21	
Kontrol 30 menit					0.4330 0.4317 0.4311
		0.4319	0.0010	0.23	
HCl 0,5 M 30 menit					1.2766 1.2839 1.2810
		1.2805	0.0037	0.29	
Kontrol 40 menit					0.3215 0.3217 0.3222
		0.3218	0.0003	0.11	
HCl 0,5 M 40 menit					1.2545 1.2518 1.2511
		1.2525	0.0018	0.14	

Kontrol 50 menit				0.4616
				0.4576
	0.4590	0.0023	0.50	0.4576
HCl 0,5 M 50 menit				0.8051
				0.8093
	0.8079	0.0025	0.31	0.8094
Kontrol 60 menit				0.4710
				0.4727
	0.4727	0.0016	0.34	0.4743
HCl 0,5 M 60 menit				1.3341
				1.3344
	1.3349	0.0010	0.08	1.3360

Results Flags Legend

R = Repeat reading

7/5/2021

Laboratorium Kimia – Fakultas Saintek
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

Absorbansi MB Variasi Konsentrasi HCl

Tanggal Analisa : 15 September 2020

Advanced Reads Report

Report time 9/15/2020 2:57:20 PM
Method
Batch name D:\Layanan Analisa\Fisika UIN\Dini
Mahya\Absorbansi Methylene Blue Variasi
Konsentrasi HCl (15-09-2020).BAB
Application Advanced Reads 3.00 (339)
Operator Rika

Instrument Settings

Instrument Cary 50
Instrument version no. 3.00
Wavelength (nm) 664.1
Ordinate Mode Abs
Ave Time (sec) 0.1000
Replicates 3
Sample averaging OFF

Comments:

Zero Report

Read	Abs	nm
Zero	(0.1076)	664.1

Analysis

Collection time 9/15/2020 2:57:20 PM

Sample	F	Mean	SD	%RSD	Readings
1 M 20 menit					1.1494 1.1512 1.1531
		1.1512	0.0018	0.16	
1 M 30 menit					0.9881 0.9858 0.9852
		0.9864	0.0015	0.15	
1 M 40 menit					1.0945 1.0950 1.0955
		1.0950	0.0005	0.05	
1 M 50 menit					1.2361 1.2303 1.2425
		1.2363	0.0061	0.49	
1 M 60 menit					1.5613 1.5704 1.5728
		1.5682	0.0061	0.39	
1,5 M 20 menit					1.1107 1.1146 1.1132
		1.1128	0.0020	0.18	

1,5 M 30 menit				1.0741 1.0734 1.0721
	1.0732	0.0010	0.09	
1,5 M 40 menit				0.6227 0.6223 0.6131
	0.6194	0.0055	0.88	
1,5 M 50 menit				0.9018 0.9004 0.9019
	0.9014	0.0009	0.10	
1,5 M 60 menit				0.6053 0.6037 0.6031
	0.6040	0.0012	0.19	
2 M 20 menit				1.0646 1.0667 1.0674
	1.0662	0.0014	0.13	
2 M 30 menit				0.8643 0.8653 0.8684
	0.8660	0.0021	0.24	
2 M 40 menit				0.6580 0.6562 0.6558
	0.6567	0.0011	0.17	
2 M 50 menit				1.1250 1.1254 1.1185
	1.1230	0.0039	0.34	
2 M 60 menit				1.2608 1.2604 1.2624
	1.2612	0.0011	0.08	

Results Flags Legend

R = Repeat reading

LAMPIRAN 4 PERHITUNGAN LUAS PERMUKAAN MENGGUNAKAN METODE ADSORPSI METHYLENE BLUE

1. Perhitungan Konsentrasi *Methylene Blue* (ppm) dalam 1 liter Aquades

- 16 ppm dalam 1 liter

$$\text{ppm} = \frac{1 \text{ mg zat terlarut}}{1 \text{ liter larutan}}$$

$$\text{ppm} = \frac{16 \text{ mg}}{1 \text{ liter}}$$

$$\text{ppm} = \frac{0,016 \text{ g}}{1000 \text{ ml}}$$

- 14 ppm dalam 100 ml dari 16 ppm

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$16 \times V_1 = 14 \times 100$$

$$V_1 = \frac{1400}{16}$$

$$V_1 = 87,5 \text{ ml} + 12,5 \text{ ml aquades}$$

- 12 ppm dalam 100 ml dari 16 ppm

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$16 \times V_1 = 12 \times 100$$

$$V_1 = \frac{1200}{16}$$

$$V_1 = 75 \text{ ml} + 25 \text{ ml aquades}$$

- 10 ppm dalam 100 ml dari 16 ppm

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$16 \times V_1 = 10 \times 100$$

$$V_1 = \frac{1000}{16}$$

$$V_1 = 62,5 \text{ ml} + 37,5 \text{ ml aquades}$$

- 8 ppm dalam 100 ml dari 16 ppm

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$16 \times V_1 = 8 \times 100$$

$$V_1 = \frac{800}{16}$$

$$V_1 = 50 \text{ ml} + 50 \text{ ml aquades}$$

- 6 ppm dalam 100 ml dari 16 ppm

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$16 \times V_1 = 6 \times 100$$

$$V_1 = \frac{600}{16}$$

$$V_1 = 37,5 \text{ ml} + 62,5 \text{ ml aquades}$$

- 4 ppm dalam 100 ml dari 16 ppm

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$16 \times V_1 = 4 \times 100$$

$$V_1 = \frac{400}{16}$$

$$V_1 = 25 \text{ ml} + 75 \text{ ml aquades}$$

- 2 ppm dalam 100 ml dari 16 ppm

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$16 \times V_1 = 2 \times 100$$

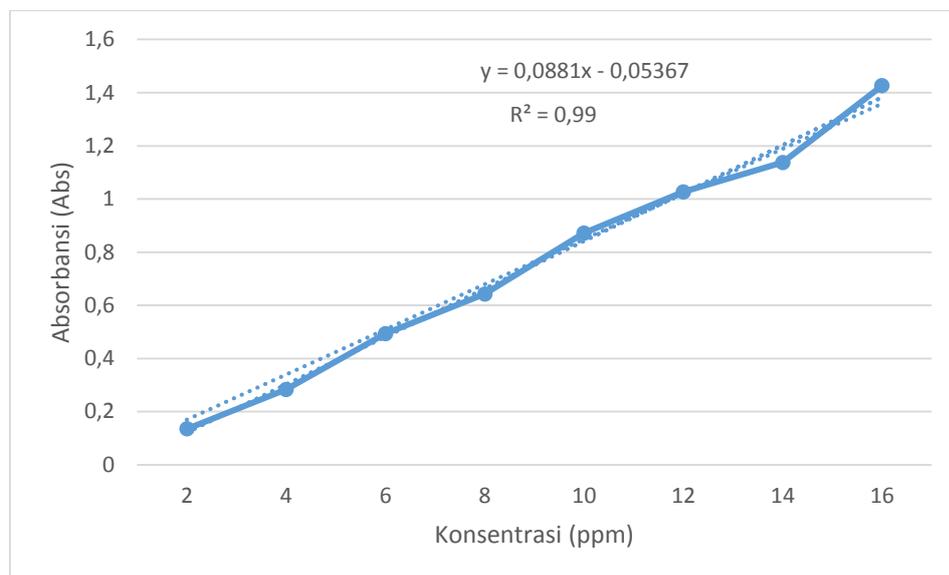
$$V_1 = \frac{200}{16}$$

$$V_1 = 12,5 \text{ ml} + 87,5 \text{ ml aquades}$$

2. Menentukan Kurva Standart *Methylene Blue*

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
0	0
2	0,1348
4	0,2834
6	0,4935
8	0,6424
10	0,8718
12	1,0265
14	1,1374
16	1,4261

a.



Menentukan Konsentrasi Sisa *Methylene Blue* Setelah Diadsorpsi Karbon

➤ Karbon Bambu ($T = 400\text{ }^{\circ}\text{C}$)

Diket :

$$\text{Abs} = 0,3218$$

$$a = 0,0881$$

$$b = 0,0367$$

Ditanya x ...?

Jawab :

$$\text{Abs} = ax - b$$

$$0,3218 = 0,0881x - 0,0367$$

$$0,3218 + 0,0367 = 0,0881x$$

$$\frac{0,3585}{0,0881} = x$$

$$4,0738 = x$$

$$\text{MB (terserap)} = \text{MB (awal)} - \text{MB (sisa)}$$

$$= 16\text{ ppm} - 4,0738\text{ ppm}$$

$$= 11,9262\text{ ppm}$$

$$X_m = \frac{c}{1000} \cdot \frac{V}{B}$$

$$= \frac{11,9262}{1000} \cdot \frac{20}{0,05}$$

$$= 0,01192 \times 400$$

$$\begin{aligned}
 &= 4,768 \text{ mg/g} \\
 S &= \frac{X_m \cdot N \cdot A}{M_r} \\
 &= \frac{4,768 \cdot 6,02 \times 10^{23} \cdot 197 \times 10^{-20}}{320,5} \\
 &= 17.642,94 \text{ m}^2/\text{g}
 \end{aligned}$$

➤ Karbon HCl 0,5 M

Diket :

$$\text{Abs} = 0,8079$$

$$a = 0,0881$$

$$b = 0,0367$$

Ditanya x ...?

Jawab :

$$\text{Abs} = ax - b$$

$$0,8079 = 0,0881x - 0,0367$$

$$0,8079 + 0,0367 = 0,0881x$$

$$\frac{0,8446}{0,0881} = x$$

$$9,5977 = x$$

$$\text{MB (terserap)} = \text{MB (awal)} - \text{MB (sisa)}$$

$$= 16 \text{ ppm} - 9,5977 \text{ ppm}$$

$$= 6,4023 \text{ ppm}$$

$$\begin{aligned}
 X_m &= \frac{C}{1000} \cdot \frac{V}{B} \\
 &= \frac{6,4023}{1000} \cdot \frac{20}{0,05} \\
 &= 0,00640 \times 400
 \end{aligned}$$

$$= 2,56 \text{ mg/g}$$

$$\begin{aligned}
 S &= \frac{X_m \cdot N \cdot A}{M_r} \\
 &= \frac{2,56 \cdot 6,02 \times 10^{23} \cdot 197 \times 10^{-20}}{320,5} \\
 &= 9.472,72 \text{ m}^2/\text{g}
 \end{aligned}$$

➤ Karbon HCl 1 M

Diket :

$$\text{Abs} = 0,9864$$

$$a = 0,0881$$

$$b = 0,0367$$

Ditanya x ...?

Jawab :

$$\text{Abs} = ax - b$$

$$0,9864 = 0,0881x - 0,0367$$

$$0,3218 + 0,0367 = 0,0881x$$

$$\frac{1,0231}{0,0881} = x$$

$$11,6261 = x$$

$$\text{MB (terserap)} = \text{MB (awal)} - \text{MB (sisa)}$$

$$= 16 \text{ ppm} - 11,6261 \text{ ppm}$$

$$= 4,3739 \text{ ppm}$$

$$X_m = \frac{c}{1000} \cdot \frac{V}{B}$$

$$= \frac{4,3739}{1000} \cdot \frac{20}{0,05}$$

$$= 0,00437 \times 400$$

$$= 1,748 \text{ mg/g}$$

$$S = \frac{X_m \cdot N \cdot A}{M_r}$$

$$= \frac{1,748 \cdot 6,02 \times 10^{23} \cdot 197 \times 10^{-20}}{320,5}$$

$$= 6.601,30 \text{ m}^2/\text{g}$$

➤ Karbon HCl 1,5 M

Diket :

$$\text{Abs} = 0,6040$$

$$a = 0,0881$$

$$b = 0,0367$$

Ditanya x ...?

Jawab :

$$\text{Abs} = ax - b$$

$$0,6040 = 0,0881x - 0,0367$$

$$0,6040 + 0,0367 = 0,0881x$$

$$\frac{0,6407}{0,0881} = x$$

$$7,2806 = x$$

$$\begin{aligned} \text{MB (terserap)} &= \text{MB (awal)} - \text{MB (sisa)} \\ &= 16 \text{ ppm} - 7,2806 \text{ ppm} \\ &= 8,7194 \text{ ppm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_m &= \frac{C}{1000} \cdot \frac{V}{B} \\ &= \frac{8,7194}{1000} \cdot \frac{20}{0,05} \\ &= 0,00871 \times 400 \\ &= 3,484 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S &= \frac{X_m \cdot N \cdot A}{M_r} \\ &= \frac{3,484 \cdot 6,02 \times 10^{23} \cdot 197 \times 10^{-20}}{320,5} \\ &= 12.891,78 \text{ m}^2/\text{g} \end{aligned}$$

➤ Karbon HCl 2 M

Diket :

$$\text{Abs} = 0,6567$$

$$a = 0,0881$$

$$b = 0,0367$$

Ditanya x ...?

Jawab :

$$\text{Abs} = ax - b$$

$$0,6567 = 0,0881x - 0,0367$$

$$0,6567 + 0,0367 = 0,0881x$$

$$\frac{0,6934}{0,0881} = x$$

$$7,8795 = x$$

$$\begin{aligned} \text{MB (terserap)} &= \text{MB (awal)} - \text{MB (sisa)} \\ &= 16 \text{ ppm} - 7,8795 \text{ ppm} \\ &= 8,1205 \text{ ppm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_m &= \frac{C}{1000} \cdot \frac{V}{B} \\ &= \frac{8,1205}{1000} \cdot \frac{20}{0,05} \end{aligned}$$

$$= 0,00812 \times 400$$

$$= 3,248 \text{ mg/g}$$

$$S = \frac{X_m \cdot N_A}{M_r}$$

$$= \frac{3,248 \cdot 6,02 \times 10^{23} \cdot 197 \times 10^{-20}}{320,5}$$

$$= 12.018,51 \text{ m}^2/\text{g}$$

LAMPIRAN 5 PERHITUNGAN PERSENTASE ADSORPSI KARBON TERHADAP LOGAM TIMBAL (Pb)

1. Hasil Uji AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*)

	KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN UNIVERSITAS NEGERI MALANG (UM) FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM LABORATORIUM KIMIA Jalan Semarang 5, Malang 65145 Telepon: 0341- 562180 Laman: www.um.ac.id	FPO 5.10-1
	FORMULIR JUJUK LAPORAN HASIL PENGUJIAN	Tgl. Terbit / Revisi : 21 September 2020 Halaman : 1-2 File : Antoni Gondo

No	Kode Sampel	Pb (ppm)	Keterangan
23	T Jagung 24 J 3,5 M	20,6902	
24	T Jagung 24 J 4,0 M	21,5645	
25	Kon. T Jagung 48 J	0,9909	
26	T Jagung 48 J 1,0 M	4,7417	
27	T Jagung 48 J 1,5 M	3,8477	
28	T Jagung 48 J 2,0 M	8,9806	
29	T Jagung 48 J 2,5 M	2,3620	
30	T Jagung 48 J 3,0 M	26,2134	
31	T Jagung 48 J 3,5 M	19,4108	
32	T Jagung 48 J 4,0 M	22,1502	
33	24 Jam HCl 0,5 M	1,0515	
34	24 Jam HCl 1,0 M	24,3131	
35	24 Jam HCl 1,5 M	28,6420	
36	24 Jam HCl 2,0 M	27,7953	
37	48 Jam HCl 0,5 M	9,1312	
38	48 Jam HCl 1,0 M	18,3027	
39	48 Jam HCl 1,5 M	24,2561	
40	48 Jam HCl 2,0 M	23,4191	
41	K Bambu 24 Jam	20,1566	
42	K Bambu 48 Jam	0,10,0030,	

Malang, 21 September 2020
Kepala Laboratorium Kimia,



Dr. H. Yudhi Utomo, M. Si
NIP 196705011996031002

a. Perhitungan Persentase Adsorpsi Karbon

➤ Karbon Bambu (T = 400 °C) 24 jam

Diket :

$$\text{Pb awal} = 300 \text{ ppm}$$

$$\text{Pb sisa} = 20,1566 \text{ ppm}$$

Ditanya Pb terserap ...?

Jawab :

$$\text{Pb (teradsorpsi)} = \text{Pb (awal)} - \text{Pb (sisa)}$$

$$= 300 - 20,1566$$

$$= 279,834 \text{ ppm}$$

$$\% \text{ Adsorpsi} = \frac{\text{Pb (teradsorpsi)}}{\text{Pb (awal)}} \times 100\%$$

$$= \frac{279,834}{300} \times 100\%$$

$$= 93,28\%$$

➤ Karbon Bambu (T = 400 °C) 48 jam

Diket :

$$\text{Pb awal} = 300 \text{ ppm}$$

$$\text{Pb sisa} = 10,0030 \text{ ppm}$$

Ditanya Pb terserap ...?

Jawab :

$$\text{Pb (teradsorpsi)} = \text{Pb (awal)} - \text{Pb (sisa)}$$

$$= 300 - 10,0030$$

$$= 289,997 \text{ ppm}$$

$$\% \text{ Adsorpsi} = \frac{\text{Pb (teradsorpsi)}}{\text{Pb (awal)}} \times 100\%$$

$$= \frac{289,997}{300} \times 100\%$$

$$= 96,66\%$$

➤ Karbon HCl 0,5 M (24 jam)

Diket :

$$\text{Pb awal} = 300 \text{ ppm}$$

$$\text{Pb sisa} = 1,0515 \text{ ppm}$$

Ditanya Pb terserap ...?

Jawab :

$$\text{Pb (teradsorpsi)} = \text{Pb (awal)} - \text{Pb (sisa)}$$

$$= 300 - 1,0515$$

$$= 298,9485 \text{ ppm}$$

$$\% \text{ Adsorpsi} = \frac{\text{Pb (teradsorpsi)}}{\text{Pb (awal)}} \times 100\%$$

$$= \frac{298,9485}{300} \times 100\%$$

$$= 99,64\%$$

➤ Karbon HCl 0,5 M (48 jam)

Diket :

$$\text{Pb awal} = 300 \text{ ppm}$$

$$\text{Pb sisa} = 9,1312 \text{ ppm}$$

Ditanya Pb terserap ...?

Jawab :

$$\text{Pb (teradsorpsi)} = \text{Pb (awal)} - \text{Pb (sisa)}$$

$$= 300 - 9,1312$$

$$= 290,8688 \text{ ppm}$$

$$\% \text{ Adsorpsi} = \frac{\text{Pb (teradsorpsi)}}{\text{Pb (awal)}} \times 100\%$$

$$= \frac{290,8688}{300} \times 100\%$$

$$= 96,95\%$$

➤ Karbon HCl 1 M (24 jam)

Diket :

$$\text{Pb awal} = 300 \text{ ppm}$$

$$\text{Pb sisa} = 24,3131 \text{ ppm}$$

Ditanya Pb terserap ...?

Jawab :

$$\text{Pb (teradsorpsi)} = \text{Pb (awal)} - \text{Pb (sisa)}$$

$$= 300 - 24,3131$$

$$= 275,6869 \text{ ppm}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Adsorpsi} &= \frac{\text{Pb (teradsorpsi)}}{\text{Pb (awal)}} \times 100\% \\ &= \frac{275,6869}{300} \times 100\% \\ &= 91,89\% \end{aligned}$$

➤ Karbon HCl 1 M (48 jam)

Diket :

$$\text{Pb awal} = 300 \text{ ppm}$$

$$\text{Pb sisa} = 18,3027 \text{ ppm}$$

Ditanya Pb terserap ...?

Jawab :

$$\begin{aligned} \text{Pb (teradsorpsi)} &= \text{Pb (awal)} - \text{Pb (sisa)} \\ &= 300 - 18,3027 \\ &= 281,6973 \text{ ppm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Adsorpsi} &= \frac{\text{Pb (teradsorpsi)}}{\text{Pb (awal)}} \times 100\% \\ &= \frac{281,6973}{300} \times 100\% \\ &= 93,89\% \end{aligned}$$

➤ Karbon HCl 1,5 (24 jam)

Diket :

$$\text{Pb awal} = 300 \text{ ppm}$$

$$\text{Pb sisa} = 28,6420 \text{ ppm}$$

Ditanya Pb terserap ...?

Jawab :

$$\begin{aligned} \text{Pb (teradsorpsi)} &= \text{Pb (awal)} - \text{Pb (sisa)} \\ &= 300 - 28,6420 \\ &= 271,358 \text{ ppm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Adsorpsi} &= \frac{\text{Pb (teradsorpsi)}}{\text{Pb (awal)}} \times 100\% \\ &= \frac{271,358}{300} \times 100\% \\ &= 90,45\% \end{aligned}$$

➤ Karbon HCl 1,5 M (48 jam)

Diket :

$$\text{Pb awal} = 300 \text{ ppm}$$

$$\text{Pb sisa} = 24,2561 \text{ ppm}$$

Ditanya Pb terserap ...?

Jawab :

$$\text{Pb (teradsorpsi)} = \text{Pb (awal)} - \text{Pb (sisa)}$$

$$= 300 - 24,2561$$

$$= 275,7439 \text{ ppm}$$

$$\% \text{ Adsorpsi} = \frac{\text{Pb (teradsorpsi)}}{\text{Pb (awal)}} \times 100\%$$

$$= \frac{275,7439}{300} \times 100\%$$

$$= 91,91\%$$

➤ Karbon HCl 2 M (24 jam)

Diket :

$$\text{Pb awal} = 300 \text{ ppm}$$

$$\text{Pb sisa} = 27,7953 \text{ ppm}$$

Ditanya Pb terserap ...?

Jawab :

$$\text{Pb (teradsorpsi)} = \text{Pb (awal)} - \text{Pb (sisa)}$$

$$= 300 - 27,7953$$

$$= 272,2047 \text{ ppm}$$

$$\% \text{ Adsorpsi} = \frac{\text{Pb (teradsorpsi)}}{\text{Pb (awal)}} \times 100\%$$

$$= \frac{272,2047}{300} \times 100\%$$

$$= 90,73\%$$

➤ Karbon HCl 2 M (48 jam)

Diket :

$$\text{Pb awal} = 300 \text{ ppm}$$

$$\text{Pb sisa} = 23,4191 \text{ ppm}$$

Ditanya Pb terserap ...?

Jawab :

$$\text{Pb (teradsorpsi)} = \text{Pb (awal)} - \text{Pb (sisa)}$$

$$= 300 - 23,4191$$

$$= 276,5809 \text{ ppm}$$

$$\% \text{ Adsorpsi} = \frac{\text{Pb (teradsorpsi)}}{\text{Pb (awal)}} \times 100\%$$

$$= \frac{276,5809}{300} \times 100\%$$

$$= 92,19\%$$

LAMPIRAN 6 GAMBAR PENELITIAN



Proses Pengeringan Bambu



Karbon Bambu



Proses Penggerusan Karbon Setelah Karbonisasi



Proses Pengayakan Karbon 200 mesh



Proses Aktivasi



Hasil Aktivasi



Hasil Pemanasan 400 °C



Pencucian Sampel dengan Aquades



Karbon Hasil Pencucian



Pengenceran *Methylene Blue*



Filtrat Hasil Perendman Karbon Aktif
degan *Methylene Blue*



Perendaman Karbon Aktif dengan
Logam Timbal