

PEMBUATAN KARBON AKTIF DARI BATANG PISANG KEPOK  
(*MUSA PARADISIACA L.*) MENGGUNAKAN AKTIVATOR  
ASAM FOSFAT ( $H_3PO_4$ ) DAN KALIUM HIDROKSIDA  
(KOH) SEBAGAI ADSORBEN LOGAM Fe



SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Pendidikan Sarjana  
Terapan Program Studi Teknologi Kimia Industri Jurusan Teknik Kimia  
Politeknik Negeri Ujung Pandang

AZZAHRAH SEFIOLA    432 20 003  
RYSKA                    432 20 025

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI KIMIA INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK KIMIA  
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG  
MAKASSAR  
2024

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul “Pembuatan Karbon Aktif Dari Batang Pisang Kepok (*Musa Paradisiaca* L.) Menggunakan Aktivator Asam Fosfat ( $H_3PO_4$ ) dan Kalium Hidroksida (KOH) Sebagai Adsorben Logam Fe” oleh Azzahrah Sefiola NIM 432 20 003 telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 12 Agustus 2024

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II



Ir. Zulmanwardi, M.Si.  
NIP. 19621101 199103 1 003



Tri Hartono, LRSC., M.ChemEng.  
NIP. 19631225 199202 1 001

Mengetahui,  
a.n Direktur

Ketua Jurusan Teknik Kimia



Wahyu Andisotomo, HND., M.Sc.  
NIP. 19850320 199202 1 001

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul “Pembuatan Karbon Aktif Dari Batang Pisang Kepok (*Musa Paradisiaca* L.) Menggunakan Aktivator Asam Fosfat ( $H_3PO_4$ ) dan Kalium Hidroksida (KOH) Sebagai Adsorben Logam Fe” oleh Ryska NIM 432 20 025 telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 12 Agustus 2024

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II



Ir. Zulmanwardi, M.Si.  
NIP. 19621101 199103 1 003



Tri Hartono, LRSC., M.ChemEng.  
NIP. 19631225 199202 1 001

Mengetahui,

a.n Direktur

Ketua Jurusan Teknik Kimia




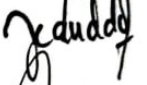

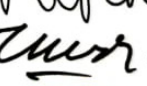


Waluya Pratiomo, HND., M.Sc.  
NIP. 19650320 199202 1 001

## HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini, tanggal 12 Agustus 2024 Tim Penguji Ujian Sidang Skripsi telah menerima dengan baik skripsi oleh mahasiswa Azzahrah Sefiola NIM 432 20 003 dengan judul “Pembuatan Karbon Aktif Dari Batang Pisang Kepok (*Musa Paradisiaca* L.) Menggunakan Aktivator Asam Fosfat ( $H_3PO_4$ ) dan Kalium Hidroksida (KOH) Sebagai Biosorben Logam Fe”

Makassar, 12 Agustus 2024

Tim Seminar Skripsi:


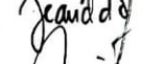




1. Ir. Irwan Sofia, M.Si.	Ketua	(  )
2. Jeanne Dewi Damayanti, S.T., M.Sc.	Sekretaris	(  )
3. Dr. Joice Manga, S.T., M.T.	Anggota	(  )
4. M. Badai, S.T., M.T.	Anggota	(  )
5. Ir. Zulmanwardi, M.Si.	Anggota	(  )
6. Tri Hartono, LRSC.M.ChemEng.	Anggota	(  )

## HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini, tanggal 12 Agustus 2024 Tim Penguji Ujian Sidang Skripsi telah menerima dengan baik skripsi oleh mahasiswa Ryska NIM 432 20 025 dengan judul “Pembuatan Karbon Aktif Dari Batang Pisang Kepok (*Musa Paradisiaca* L.) Menggunakan Aktivator Asam Fosfat ( $H_3PO_4$ ) dan Kalium Hidroksida (KOH) Sebagai Biosorben Logam Fe”

Makassar, 12 Agustus 2024

Tim Seminar Skripsi:

1. Ir. Irwan Sofia, M.Si.	Ketua	(  )
2. Jeanne Dewi Damayanti, S.T., M.Sc.	Sekretaris	(  )
3. Dr. Joice Manga, S.T., M.T.	Anggota	(  )
4. M. Badai, S.T., M.T.	Anggota	(  )
5. Ir. Zulmanwardi, M.Si.	Anggota	(  )
6. Tri Hartono, LRSC.M.ChemEng.	Anggota	(  )

## KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis ucapkan kepada Allah Subhanahu Wa ta'ala atas Rahmat dan nikmat-Nya sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi dengan judul “Pembuatan Karbon Aktif Dari Batang Pisang Kepok (*Musa Paradisiaca L.*) Menggunakan Aktivator Asam Fosfat ( $H_3PO_4$ ) dan Kalium Hidroksida (KOH) Sebagai Adsorben Logam Fe” dengan baik dan tepat waktu.

Dalam kesempatan kali ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian serta penyusunan:

1. Bapak Ir. Ilyas Mansur, M.Si., Ph.D selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang.
2. Bapak Wahyu Budi Utomo, HND., M.Sc. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Politeknik negeri Ujung Pandang.
3. Ibu Fajriyati Mas'ud, S.T.P., M.Si. selaku Koordinator Prog Studi D4 Teknologi Kimia Industri Politeknik Negeri Ujung Pandang.
4. Bapak Ir. Zulmanwardi, M.Si. dan bapak Tri Hartono, LRSC., M.ChemEng selaku Dosen Pembimbing.
5. Orang tua dan Keluarga kami tercinta yang telah memberi dukungan baik secara moral maupun secara materi.
6. Seluruh Dosen dan Staf Politeknik Negeri Ujung Pandang khususnya dari Jurusan Teknik Kimia.
7. Rekan-rekan mahasiswa 4A Sarjana Terapan Teknologi Kimia Industri yang selalu kompak dan memberikan dukungan selama kuliah di Politeknik Negeri Ujung Pandang angkatan 2020.
8. Berbagai pihak yang tidak sempat penyusun tuliskan satu per satu yang telah ikut berpartisipasi hingga selesainya proposal skripsi ini dengan baik.

Sebagai manusia biasa, tentunya dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan. Untuk itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca demi perbaikan skripsi ini. Semoga Allah Subhanahu Wa ta'ala senantiasa memberikan berkah pada setiap umatnya yang senantiasa berbagi ilmu.

Makassar, 12 Agustus 2023

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
HALAMAN PENERIMAAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
SURAT PERNYATAAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
RINGKASAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Ruang Lingkup Penelitian.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Pisang ( <i>Musa spp.</i> ).....	5
2.1.1 Batang Pisang.....	6
2.2 Karbon Aktif.....	8
2.3 Pembuatan Karbon Aktif.....	11
2.4 Metode Aktivasi.....	15

2.5	Aktivator .....	18
2.6	Tujuan Aktivasi .....	20
2.7	Kegunaan Karbon Aktif .....	21
2.8	Adsorpsi .....	22
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>		<b>27</b>
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian .....	27
3.2	Alat dan Bahan .....	27
3.2.1	Alat .....	27
3.2.2	Bahan .....	28
3.3	Prosedur Penelitian .....	29
3.3.1	Preparasi Batang Pisang Kepok .....	29
3.3.2	Proses Pembuatan Adsorben .....	29
3.3.3	Analisis Yield Karbon .....	30
3.3.4	Analisis Bagian Yang Hilang Pada Pemanasan 950°C (SNI 06-3730-1995) .....	30
3.3.5	Analisis Kadar Air (SNI 06-3730-1995) .....	31
3.3.6	Analisis Kadar Abu (SNI 06-3730-1995) .....	32
3.3.7	Analisis Daya Serap Iodin (SNI 06-3730-1995) .....	32
3.3.8	Analisis Luas Permukaan Pori Karbon Aktif .....	33
3.3.9	Penentuan Kadar Adsorpsi (SNI 06-6854-2002) .....	33
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>36</b>
4.1	Yield Karbon .....	36
4.2	Karakterisasi Karbon Aktif .....	36
4.3	Analisis Luas Permukaan dan Volume Pori Adsorben .....	40



4.4 Adsorpsi Logam Fe .....	42
BAB V PENUTUP .....	45
5.1 Kesimpulan .....	45
5.2 Saran .....	45
DAFTAR PUSTAKA .....	46
LAMPIRAN .....	50



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Batang Pisang.....	6
Gambar 2. 2 Karbon Aktif.....	9



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Komponen dan Komposisi Penyusun Batang Pisang .....	7
Tabel 2. 2 Standar Kualitas Karbon Aktif .....	11
Tabel 4. 1 Hasil Analisa kadar Air .....	37
Tabel 4. 2 Hasil Analisa Kadar Abu .....	38
Tabel 4. 3 Hasil Analisa Bagian Yang Hilang Pada Pemanasan 950°C .....	39
Tabel 4. 4 Hasil Analisa Daya Serap Iodin .....	40
Tabel 4. 5 Hasil Analisa Luas Permukaan .....	41
Tabel 4. 6 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum .....	43
Tabel 4. 7 Hasil Pengukuran Absorbansi .....	44



## DAFTAR LAMPIRAN

LI	Data Hasil Penelitian.....	51
LII	Blok Diagram Preparasi Sampel.....	63
LIII	Blok Diagram Pembuatan Adsorben.....	64
LIV	Blok Diagram Adsorpsi Logam Fe.....	64
LV	Dokumentasi Penelitian.....	65



## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Azzahrah Sefiola

NIM : 432 20 003

menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini yang berjudul “Pembuatan Karbon Aktif Dari Batang Pisang Kepok (*Musa Paradisiaca* L.) Menggunakan Aktivator Asam Fosfat ( $H_3PO_4$ ) dan Kalium Hidroksida (KOH) Sebagai Biosorben Logam Fe” merupakan gagasan dan hasil karya saya sendiri dengan arahan komisi pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apapun pada perguruan tinggi dan instansi manapun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam skripsi ini.

Jika pernyataan saya tersebut tidak benar, saya siap menanggung resiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 12 Agustus 2024



Azzahrah Sefiola  
NIM. 432 20 003

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ryska

NIM : 432 20 025

menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini yang berjudul “Pembuatan Karbon Aktif Dari Batang Pisang Kepok (*Musa Paradisiaca* L.) Menggunakan Aktivator Asam Fosfat ( $H_3PO_4$ ) dan Kalium Hidroksida (KOH) Sebagai Biosorben Logam Fe” merupakan gagasan dan hasil karya saya sendiri dengan arahan komisi pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apapun pada perguruan tinggi dan instansi manapun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam skripsi ini.

Jika pernyataan saya tersebut tidak benar, saya siap menanggung resiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 12 Agustus 2024



Ryska

NIM. 432 20 025

# **PEMBUATAN KARBON AKTIF DARI BATANG PISANG KEPOK (*MUSA PARADISIACA* L.) MENGGUNAKAN AKTIVATOR ASAM FOSFAT ( $H_3PO_4$ ) DAN KALIUM HIDROKSIDA (KOH) SEBAGAI ADSORBEN LOGAM Fe**

## **RINGKASAN**

Batang Pisang adalah bahan organik yang kaya akan selulosa sehingga berpotensi untuk dibuat karbon aktif. Salah satu metode pembuatan karbon aktif adalah dengan aktivasi kimia. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan kualitas dan efisiensi adsorben dari batang pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) serta membandingkan pengaruh dua jenis aktivator,  $H_3PO_4$  dan KOH dengan konsentrasi 40%. Proses karbonisasi menghasilkan yield karbon sebesar 23,35%. Pengujian kualitas karbon aktif mengacu pada SNI 06-3730-1995 tentang Arang Aktif Teknis dengan parameter seperti kadar air, kadar abu, bagian yang hilang pada pemanasan  $950^\circ C$  dan daya serap iodin. Karbon aktif yang dihasilkan memiliki kadar air yang memenuhi standar SNI 06-3730-1995, dengan kadar air 3,53% untuk  $H_3PO_4$  dan 3,94% untuk KOH. Namun, kadar abu pada karbon aktif yang diaktivasi dengan  $H_3PO_4$  tidak memenuhi standar yaitu sebesar 12,3% sedangkan yang diaktivasi dengan KOH memenuhi standar yaitu sebesar 2,88%. Bagian yang hilang pada pemanasan  $950^\circ C$  masing-masing sebesar 2,18% dan daya serap iodin sebesar 823,1517 mg/g dan 848,3948 mg/g. Analisis BET menunjukkan bahwa karbon aktif yang diaktivasi dengan KOH memiliki luas permukaan dan volume pori yang lebih besar dibandingkan dengan  $H_3PO_4$ , yang berkontribusi pada kapasitas adsorpsi yang lebih tinggi. Luas permukaan dan volume pori masing-masing sebesar 2124,873  $m^2/g$  dan 1,7753 cc/g untuk  $H_3PO_4$  dan 2871,317  $m^2/g$  dan 2,4129 cc/g untuk KOH. Karbon aktif dari batang pisang kepok juga efektif dalam adsorpsi logam Fe, dengan efisiensi adsorpsi 75,38% dan 77,05%.

Kata Kunci: Batang Pisang Kepok, Karbon Aktif,  $H_3PO_4$ , KOH, Adsorpsi, Logam Fe

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Dewasa ini, pembangunan di bidang perindustrian mengalami perkembangan yang sangat pesat. Perkembangan di bidang industri memiliki peranan yang penting bagi kehidupan manusia, tetapi juga memiliki dampak negatif yaitu adanya limbah yang dihasilkan dari proses pada industri. Jenis limbah yang berbahaya adalah limbah yang mengandung logam berat seperti Pb, Cd, Cu, Cr, Fe, Hg dan As. Hal tersebut dikarenakan sifatnya yang beracun dan sulit terurai, dapat terakumulasi dalam rantai makanan, dan dapat menimbulkan gangguan terhadap lingkungan dan makhluk hidup.

Salah satu teknik alternatif yang digunakan untuk pemisahan ion-ion limbah logam berat adalah dengan memanfaatkan beberapa biomaterial tumbuhan sebagai adsorben. Metode ini disebut sebagai biosorpsi. Proses biosorpsi terutama terjadi pada permukaan dinding sel melalui mekanisme kimia dan fisika, seperti pertukaran ion, pembentukan kompleks dan adsorpsi. Langmuir menggambarkan bahwa pada permukaan adsorben terdapat sejumlah tertentu pusat aktif (*active site*) yang sebanding dengan luas permukaan adsorben. Pada setiap sisi aktif hanya satu molekul atau satu ion yang dapat diserap (Utami, 2017).

Berbagai bahan tumbuhan dapat digunakan sebagai bahan baku adsorben seperti dari limbah-limbah pertanian. Limbah pertanian merupakan



limbah organik yang tentunya sangat mudah ditemukan dalam jumlah besar. Pemanfaatan limbah pertanian sebagai bahan baku adsorben selain dapat mengurangi volume limbah juga dapat diberdayakan sehingga memiliki nilai jual. Oleh karena itu, potensi limbah pertanian cukup besar untuk digunakan sebagai bahan baku adsorben. Salah satu limbah pertanian yang banyak ditemukan adalah batang pisang.

Limbah batang pisang merupakan limbah yang diperoleh cukup besar di Kabupaten Pinrang, tercatat pada tahun 2020 dengan hasil produksi pisang sebesar 35.751 ton (BPS, 2021). Pada umumnya pohon pisang hanya berbuah sekali dan biasanya hanya dimanfaatkan pada bagian buah dan daunnya, sedangkan bagian lainnya dibiarkan atau ditebang lalu dibuang begitu saja (Rufaidah et al., 2021). Berdasarkan hasil analisis, ternyata batang pisang banyak mengandung selulosa. Kadar selulosa dari batang pisang kering sekitar 63% (Antonius et al., 2019). Hal tersebut menunjukkan bahwa limbah batang pisang berpotensi digunakan dalam pembuatan adsorben karena mengandung selulosa yang memiliki gugus fungsi yang dapat melakukan pengikatan terhadap ion logam.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Pine dkk, 2021 menjelaskan bahwa selulosa yang terkandung dalam batang pisang kepok sebesar 52,3%. Oleh karena itu, penelitian ini akan membuat karbon aktif dari batang pisang kepok yang diaktivasi dengan Asam Fosfat ( $H_3PO_4$ ) dan Kalium Hidroksida (KOH) sebagai adsorben logam Fe.

## 1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini antara lain:

1. Bagaimana kualitas adsorben dari batang pisang kepok (*Musa Paradisiaca* L.) terhadap Standar Nasional Indonesia (SNI)?
2. Bagaimana pengaruh aktivator Asam Fosfat ( $H_3PO_4$ ) dan Kalium Hidroksida (KOH) terhadap luas permukaan adsorben dari batang pisang kepok (*Musa Paradisiaca* L.)?
3. Berapa besar efisiensi adsorpsi adsorben yang diaktivasi menggunakan Asam Fosfat ( $H_3PO_4$ ) dan Kalium Hidroksida (KOH) terhadap larutan logam Fe?

## 1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian dibatasi pada pembuatan karbon aktif dari batang pisang kepok (*Musa Paradisiaca* L.) menggunakan aktivator Asam Fosfat ( $H_3PO_4$ ) dan Kalium Hidroksida (KOH). Melakukan pengujian bagian yang hilang pada pemanasan  $950^\circ C$ , kadar air, kadar abu, daya serap iodin, pengukuran luas permukaan adsorben menggunakan *instrument* Brunauer Emmett Teller (BET) dan melakukan pengujian pada adsorpsi logam Fe.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah diatas diperoleh tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Menentukan kualitas adsorben yang terbentuk dari batang pisang kepok (*Musa Paradisiaca* L.) terhadap Standar Nasional Indonesia (SNI)
2. Menentukan perbandingan luas permukaan adsorben dari batang pisang kepok (*Musa Paradisiaca* L.) menggunakan aktivator Asam Fosfat ( $H_3PO_4$ ) dan Kalium Hidroksida (KOH)
3. Menentukan efisiensi adsorpsi adsorben terhadap larutan logam Fe

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dilakukannya penelitian ini adalah untuk memberikan informasi dan wawasan mengenai salah satu pemanfaatan limbah batang pisang kepok (*Musa Paradisiaca* L.) sebagai adsorben untuk adsorpsi logam Fe.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Pisang (*Musa spp.*)

Pisang adalah salah satu tanaman atau tumbuhan terna yang memiliki ukuran relatif besar atau raksasa yang berdaun besar dengan suku *Musaceae*. Tanaman pisang ini juga merupakan salah satu jenis tanaman yang dapat dibudidayakan dengan baik pada iklim tropis maupun sub tropis. Ada dua jenis tanaman pisang yaitu tanaman pisang komersial dan tanaman pisang yang dapat dibudidayakan (Maduma et al., 2022).

Pisang dapat tumbuh di tanah yang kaya humus, mengandung kapur atau tanah subur. Tanaman ini sebaiknya ditanam di tanah berhumus dengan pemupukan dan memerlukan ketersediaan air yang cukup tetapi tidak boleh menggenang. Oleh karena itu, penanaman pisang harus di airi dengan intensif. Ketinggian air tanah di daerah basah adalah 50-200 cm, di daerah setengah basah 100-200 cm dan di daerah kering 50-150 cm. Di Indonesia umumnya dapat tumbuh di dataran rendah sampai pegunungan setinggi 2.000 mdpl (Saty, 2016).

Tanaman pisang merupakan tanaman berbunga herba terbesar. Semua bagian dari tanaman pisang yang ada diatas permukaan tanah tumbuh dari struktur yang biasa disebut sebagai bonggol (*corm*). Tanaman pisang sering diidentifikasi sebagai pohon, namun yang nampak seperti batang sebenarnya adalah batang palsu (*pseudostem*). Daun tanaman pisang terdiri dari tangkai

daun (*petiole*) dan lembaran daun (*lamina*). Tanaman pisang yang dibudidaya bervariasi tinggi, tergantung pada kultivar dan kondisi pertumbuhannya. Buahnya bervariasi dalam ukuran dan warna, namun umumnya memiliki bentuk yang memanjang dan melengkung, dengan daging buah yang ditutupi kulit. Kulit buah memiliki beberapa variasi warna seperti hijau, kuning, merah, atau jingga saat matang (Dwivanny et al., 2021)

### 2.1.1 Batang Pisang

Batang pisang mempunyai kandungan bahan kering (BK) 87,7%, abu 25,12%, lemak kasar (LK) 14,23%, serat kasar (SK) 29,40%, protein kasar (PK) 3% termasuk asam amino, amine nitrat, glikosida, mengandung N, glikilipida, vitamin B, asam nukleat, bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN) 28,15% termasuk karbohidrat, gula dan pati (Devri et al., 2020).



Gambar 2.1 Batang Pisang

Serat tersusun atas selulosa, hemiselulosa, dan kadang-kadang mengandung lignin. Selulosa merupakan komponen struktural utama dinding sel tumbuhan hijau. Sekitar 33% dari semua komponen tanaman adalah selulosa (isi selulosa dari kapas adalah 90% dan dari kayu adalah 40-50%). Selulosa tidak dapat dicerna oleh manusia, hanya dapat dicerna oleh hewan yang memiliki enzim selulase (Pine et al., 2021).

Komposisi kimia yang terkandung dalam batang pohon pisang seperti pada tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Komponen dan Komposisi Penyusun Batang Pisang

Kandungan	Persentase (%)
Selulosa	64
Hemiselulosa	19
Lignin	5

(Noviratri, 2018)

Penggunaan batang pisang sebagai bahan baku pembuatan adsorben karena kandungan selulosa dalam batang pisang yang cukup tinggi yaitu 50% dan kadar ligninnya lebih rendah yaitu sekitar 17,8%. Lignin kurang stabil dan kurang bisa diuraikan sehingga mempengaruhi keaktifan karbon. Struktur karbon dalam arang terindikasi lebih banyak disusun oleh selulosa atau peranan selulosa

lebih besar dari pada lignin. Selulosa berpotensi sebagai bahan baku arang aktif karena merupakan polimer kompleks yang tersusun atas karbon, hidrogen dan oksigen (Tedja et al., 2016). Kadar selulosa yang dihasilkan dari batang pisang kepok adalah sebesar 52,3% (Pine et al., 2021).

## 2.2 Karbon Aktif

Karbon aktif merupakan ruang (*porosity*) yang diselubungi oleh senyawa karbon. Karbon aktif juga dapat didefinisikan sebagai senyawa karbon amorf yang memiliki porositas serta luas area yang tinggi, antara 500 – 2.000 m<sup>2</sup>/g. Karena strukturnya yang berpori inilah, karbon aktif banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti adsorben zat, adsorben logam berat, adsorben gas, support katalis, elektroda superkapasitor, dan lain-lain. Karbon aktif dapat disintesis dari batu bara antrasit atau pun bituminous, akan tetapi biomassa yang tersusun atas lignoselulosa menjadi salah satu bahan baku yang banyak diteliti belakangan ini. Beberapa biomassa yang dimanfaatkan seperti tempurung kelapa, kulit buah-buahan, biji buah-buahan, kulit biji-bijian dan lain-lain. Sintesis karbon aktif dari biomassa sendiri dapat dilakukan dengan aktivasi fisika (dua tahap) menggunakan kukus atau pun gas CO<sub>2</sub> pada temperatur tinggi, atau pun aktivasi kimia (satu tahap) dengan menggunakan bahan kimia sebagai agen aktivasi untuk membentuk struktur pori-pori (Kristianto, 2017)

Karbon aktif adalah bahan padat yang dihasilkan dari pembakaran bahan yang memiliki kandungan karbon. Karbon aktif berbentuk seperti arang yang telah melewati proses aktivasi dengan menggunakan CO<sub>2</sub>, uap air, atau bahan kimia yang menyebabkan pori-porinya terbuka. Kandungan di dalam karbon aktif yaitu 5-15% air, 1-35% abu, dan sisanya merupakan karbon. Keaktifan daya menyerap dari karbon aktif tergantung dari jumlah senyawa karbonnya. Daya serap karbon aktif ditentukan oleh luas permukaan partikel. Dan kemampuan ini dapat menjadi lebih tinggi, jika karbon aktif tersebut telah dilakukan aktivasi dengan faktor bahan-bahan kimia ataupun dengan pemanasan pada temperatur tinggi. Dengan demikian, karbon akan mengalami perubahan sifat-sifat fisika dan kimia. Karbon aktif yang berwarna hitam, tidak berbau, tidak berasa dan mempunyai daya serap yang jauh lebih besar dibandingkan dengan karbon aktif yang belum menjalani proses aktivasi, serta mempunyai permukaan yang luas, yaitu memiliki luas antara 300 – 2000 m<sup>2</sup>/gram (Maulinda et al., 2017).



Gambar 2.2 Karbon Aktif



Berdasarkan bentuknya karbon aktif terdiri atas tiga jenis yaitu granular, pellet dan serbuk. Granular memiliki bentuk tidak beraturan dengan ukuran 0,2 – 5 mm yang diaplikasikan pada fase cair ataupun gas. Pellet merupakan karbon aktif berbentuk silinder kecil dibentuk melalui proses ekstrud berukuran 0,8 – 5 mm yang diaplikasikan pada fase gas. Sedangkan, karbon aktif berbentuk serbuk memiliki ukuran 0,18 mm yang terbentuk melalui proses penghancuran untuk diaplikasi pada fase cair serta penyaringan pada gas buang (Ramadhani et al., 2020).

Berdasarkan fungsinya, karbon aktif dibedakan menjadi dua jenis yaitu karbon aktif sebagai pemucat dan karbon aktif sebagai penyerap. Fungsi karbon aktif sebagai pemucat digunakan untuk menghilangkan kontaminan pengganggu seperti bau dan warna yang digunakan pada industri baju dan industri kimia. Sedangkan, fungsi karbon aktif sebagai penyerap yaitu memiliki kemampuan daya serap tinggi yang mampu menyerap kelembaban atau bahan – bahan cair. Penyerapan tersebut dilakukan untuk menyerap kandungan air pada lingkungan sekitar ke dalam karbon aktif sehingga dapat mengurangi tingkat kelembabannya (Ramadhani et al., 2020).

Kualitas karbon aktif tergantung dari jenis bahan baku, teknologi pengolahan, cara pengerjaan dan ketepatan penggunaannya. Indonesia telah membuat pula standar mutu karbon aktif menurut standar industri Indonesia

yaitu SII 0258-79 yang kemudian direvisi menjadi SNI 06-3730-1995 yang tercantum pada tabel 2.2 dibawah ini (Mentari et al, 2018).

Tabel 2.2 Standar Kualitas Karbon Aktif

Uraian	Satuan	Persyaratan	
		Butiran	Serbuk
Bagian yang hilang pada pemanasan 950°C	%	Maks. 15	Maks. 25
Kandungan air	%	Maks. 4,5	Maks. 15
Kandungan abu	%	Maks. 2,5	Maks. 10
Daya serap I <sub>2</sub>	mg/g	Min. 750	Min. 750

### 2.3 Pembuatan Karbon Aktif

Pembuatan arang aktif terdiri dari dua tahap yaitu proses karbonisasi dan proses aktivasi. Karbonisasi merupakan proses pembakaran biomassa menggunakan alat pirolisis dengan oksigen terbatas (Auliya, 2018).

#### 2.3.1 Proses Dehidrasi

Dehidrasi adalah proses pengurangan atau penghilangan air yang terkandung dalam bahan dasar pembuat karbon aktif, hal ini bertujuan untuk menyempurnakan proses karbonisasi yang biasanya diproses dengan cara menjemur bahan baku tersebut dibawah sinar matahari langsung atau mengeringkannya dalam oven sampai diperoleh berat yang diinginkan (Ramadhani et al., 2020)

### 2.3.2 Proses Karbonisasi

Pembuatan karbon aktif melalui tahap karbonisasi dan aktivasi. Proses karbonisasi adalah fase untuk memperkaya kandungan karbon dengan menghilangkan spesies non-karbon menggunakan dekomposisi termal. Porositas awal arang meskipun masih relatif rendah, dapat dikembangkan pada tahap ini sebelum mengalami perkembangan lebih lanjut dalam proses aktivasi. Dalam proses produksi, bahan organik pertama kali dikarbonisasi pada suhu 600–700°C dan melepaskan sebagian besar komponen volatil yang merupakan hasil pemecahan dari selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Produk dari tahap karbonisasi adalah padatan dengan kandungan karbon tinggi, biasanya dalam kisaran 25-50% dihitung berdasarkan massa, tergantung pada bahan awal dan parameter proses yang digunakan. Pemilihan parameter karbonisasi yang cermat adalah penting karena proses ini meninggalkan efek yang signifikan pada produk akhir (Lubis et al., 2020).

Konversi dari zat organik menjadi karbon atau residu yang mengandung karbon dapat dilakukan melalui 2 proses yaitu pirolisis dan karbonisasi.

#### 1) Pirolisis

Pirolisis disebut juga sebagai proses karbonisasi dengan pemanasan secara langsung dalam tungku Beehive yang berbentuk kubah. Secara umum pirolisis atau bisa di sebut thermolisis adalah proses penguraian suatu bahan baku pada suhu yang relatif tinggi dengan udara terbatas atau tanpa adanya oksigen. Proses dekomposisi atau penguraian pada pirolisis ini biasa juga disebut dengan proses devolatilisasi (Ridhuan & Suranto, 2017).

Produk akhir proses pirolisis akan menghasilkan tiga senyawa yaitu gas, padat dan cair, yaitu karbon, cairan berupa campuran tar (bio-oil) dan beberapa zat lainnya. Hasil samping proses pirolisis adalah gas berupa metana ( $\text{CH}_4$ ), karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), dan beberapa gas lainnya dalam komposisi yang relatif kecil. Pada umumnya proses pirolisis berjalan pada kurun waktu 4-7 jam dengan suhu di atas  $300^\circ\text{C}$ , tetapi kondisi tersebut dipengaruhi oleh sifat fisik bahan baku (Ridhuan & Suranto, 2017).

## 2) Karbonisasi

Proses pembuatan karbon dapat dilakukan juga melalui metode karbonisasi atau bisa juga disebut sebagai pemanasan secara tidak langsung. Karbonisasi umumnya mempunyai arti pembuatan arang (Ridhuan & Suranto, 2017).

Proses karbonasi pada umumnya dilaksanakan pada suhu  $400 - 900^\circ\text{C}$ , kemudian hasil dari proses ini didinginkan dan dicuci untuk

menghilangkan dan mendapatkan kembali bahan-bahan pengaktif, setelah itu dilakukan penyaringan dan pengeringan. Pada proses suhu tinggi, diatas  $170^{\circ}\text{C}$ , akan menghasilkan  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$  dan asam asetat. Pada suhu  $275^{\circ}\text{C}$ , dekomposisi menghasilkan metanol, tar dan hasil samping lainnya, sedangkan pembentukan karbon terjadi pada suhu  $400 - 600^{\circ}\text{C}$  (Turmuzi & Syaputra, 2015).

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses karbonisasi, yaitu suhu dan waktu karbonisasi. Suhu proses ini sangat berpengaruh pada rendemen karbonisasi. Semakin tinggi suhu, maka arang hasil karbonisasi akan semakin sempurna tetapi jumlah arang yang didapatkan semakin sedikit sedangkan hasil cairan dan gas semakin banyak. Hal ini disebabkan oleh makin banyaknya zat-zat terurai dan yang teruapkan. Disamping Suhu, waktu juga berpengaruh pada karbonisasi. Semakin lama waktu karbonisasi maka semakin lama reaksi sehingga reaksi lebih sempurna yang akan menyebabkan hasil arang semakin turun tetapi cairan dan gas makin meningkat. Waktu karbonisasi berbeda beda tergantung pada sifat fisik dan jumlah bahanbaku yang dipakai (Turmuzi & Syaputra, 2015).

## 2.4 Metode Aktivasi

Pada proses aktivasi terjadi pelepasan hidrokarbon, tar, dan senyawa organik yang melekat pada karbon tersebut. Aktivasi karbonaktif dapat dilakukan melalui 2 cara, yakni aktivasi secara kimia dan aktivasi secara fisika.

### 2.4.1 Aktivasi Kimia

Aktivasi kimia dapat diartikan sebagai proses pemutusan rantai karbon pada senyawa – senyawa organik dengan bantuan bahan-bahan kimia. Fungsi dari aktivator adalah memperbesar luas permukaan, meningkatkan porositas, meningkatkan jumlah pori sehingga kapasitas adsorpsi juga meningkat. Pada proses aktivasi kimia ini sangat dimungkinkan diperoleh luas permukaan yang sangat tinggi, hal ini adalah salah satu keunggulan aktivasi kimia (Anggraeni & Yuliana, 2015).

Bahan dasar yang mengandung lignoselulosa umumnya menggunakan aktivasi kimia. Pada proses aktivasi kimia, karbon hasil pembakaran dicampur dengan larutan kimia yang berperan sebagai *activating agent*. Larutan *activating agent* tersebut biasanya berasal dari logam alkali dan alkali tanah serta zat asam. Bahan kimia yang digunakan sebagai pengaktif adalah  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,

$\text{CaCl}_2$ ,  $\text{ZnCl}_2$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dan uap air pada suhu tinggi (Alnora, 2016).

Setelah proses pencampuran, biasanya dilanjutkan dengan proses pengeringan dan pemanasan. Pada proses ini unsur-unsur mineral aktivator masuk di antara sela-sela heksagon dari kristalit dan membuka permukaan yang mula-mula tertutup. Pada saat proses pemanasan dilakukan, senyawa kontaminan yang berada dalam pori-pori menjadi lebih muda terlepas. Proses pelepasan ini akan semakin mengaktifkan karbon dengan meningkatkan daya serap karbon aktif dan memperlebar luas permukaan (Ramadhani et al., 2020).

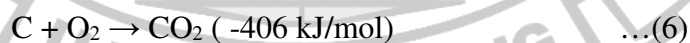
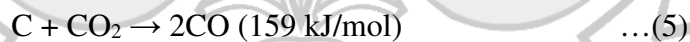
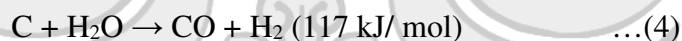
Salah satu kerugian aktivasi kimia adalah pada saat penggunaan bahan-bahan mineral. Kerugian ini disebabkan karena sulitnya proses penghilangan bahan-bahan mineral tersebut pada saat pencucian. Keuntungan menggunakan bahan mineral sebagai *activating agent* adalah pada waktu aktivasi yang relatif singkat, hasil akhir karbon yang lebih tinggi, dan meningkatkan daya adsorbs (Baskoro, 2018).

#### 2.4.2 Aktivasi Fisika

Aktivasi fisika dapat didefinisikan sebagai proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan bantuan uap, panas dan  $\text{CO}_2$ . Proses aktivasi dengan cara fisika dapat dilaksanakan dengan menggunakan gas nitrogen, gas oksigen, gas karbon dioksida, dan air. Gas-gas tersebut berguna untuk memperbesar struktur rongga yang

terdapat pada arang sehingga dapat meningkatkan luas permukaan arang/karbon. Sedangkan panas akan berfungsi untuk menghilangkan zat-zat pengotor yang mudah menguap dan membuang hidrokarbon-hidrokarbon pengotor pada arang (Baskoro, 2018).

Pada aktivasi dengan cara aktivasi fisika, diawali dengan memanaskan karbon pada suhu sekitar 800 – 1000°C kemudian karbon tersebut dialiri oleh gas pengoksidasi seperti oksigen, CO<sub>2</sub>, atau uap air. Gas gas tersebut akan bereaksi dengan karbon dan melepaskan karbon monoksida dan hidrogen. Pada waktu tersebut, senyawa- senyawa produk samping akan terlepas sehingga akan memperlebar pori dan meningkatkan daya adsorpsi. Gasifikasi karbon dengan uap air dan CO<sub>2</sub> terjadi melalui reaksi bersifat endotermis seperti pada persamaan (4) dan (5). Untuk aktivasi fisika dengan oksigen melalui reaksi bersifat eksotermis disajikan pada persamaan (6) (Luziana, 2018)



Pada metode aktivasi fisika, massa karbon juga mengalami pengurangan karena adanya perubahan struktur karbon. Salah satu kekurangan proses fisika ini adalah pada saat terjadi kelebihan oksidasi eksternal sewaktu gas pengoksidasi berdifusi pada karbon sehingga terjadi pengurangan ukuran adsorben (Luziana, 2018).



### 2.4.3 Aktivasi Kimia-Fisika

Aktivasi kimia-fisika merupakan gabungan antara aktivasi kimia dan aktivasi fisika yang dilakukan melalui beberapa tahapan proses yang membuat proses lebih lama. Pada tahapan ini, dilakukan perlakuan awal pada bahan baku hingga menjadi material berkarbon, kemudian material tersebut dicampurkan dengan aktivator kimia dalam suatu reaktor berpengaduk dalam kondisi yang telah ditentukan dan dilakukan pencucian setelahnya. Setelah itu proses dilanjutkan dengan aktivasi fisika, yaitu pemanasan karbon dengan kondisi proses tertentu yang dilakukan pada suatu reaktor panas seperti furnace atau kiln. Proses ini tergolong lama dan rumit, ditambah penggunaan alat yang relatif banyak (Ramadhani et al., 2020).

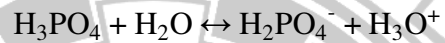
Luas permukaan karbon aktif yang dihasilkan melalui aktivasi kimia dan fisika menghasilkan luas permukaan lebih tinggi dibandingkan aktivasi kimia saja (Yuliusman, 2016).

## 2.5 Aktivator

Aktivator karbon aktif biasanya berasal dari logam alkali dan alkali tanah serta zat asam. Ada beberapa bahan kimia yang digunakan sebagai aktivator, yaitu  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{ZnCl}_2$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dan lain-lain.

### 2.5.1 Asam Fosfat ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ )

Asam Fosfat dengan rumus kimia ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) merupakan jenis senyawa kimia yang termasuk dalam asam lemah. Nilai  $K_a$  merupakan nilai yang menunjukkan kekuatan suatu asam yang dimiliki oleh bahan kimia, dan  $K_a$  yang dimiliki oleh Asam Fosfat  $7.5 \times 10^{-3}$ . Semakin tinggi  $K_a$  suatu bahan kimia menunjukkan semakin asam bahan kimia tersebut. Asam Fosfat itu sendiri terbentuk karena reaksi sebagai berikut:



Asam Fosfat dalam proses pembuatan karbon aktif sering digunakan karena beberapa keunggulan yang dimilikinya. Keunggulan yang dimiliki oleh Asam Fosfat sebagai aktivator diantaranya yakni kemudahannya dalam *recovery*, biaya energi yang rendah, dan yield karbon yang dihasilkan juga lebih baik jika dibandingkan dengan aktivator jenis lain.

Penggunaan Asam Fosfat sebagai aktivator memainkan dua peran selama proses aktivasi diantaranya yakni, bertindak sebagai katalis asam yang mempercepat proses pemutusan ikatan, hidrolisis, dehidrasi, kondensasi, dan kemudian disertai dengan reaksi silang antara Asam Fosfat serta biopolimer. Kedua, Asam Fosfat berfungsi sebagai template, karena volume pori atau mikropori yang terisi oleh tar dalam karbon dihilangkan dan terisi Asam Fosfat. Penggunaan Asam Fosfat sebagai aktivator dengan penambahan konsentrasi aktivator yang kecil mampu memperluas luas permukaan karbon aktif (Susilowati, 2016).

#### 2.5.2 Kalium Hidroksida (KOH)

Aktivator yang sering digunakan untuk bahan baku yang memiliki kandungan karbon yang tinggi adalah aktivator yang bersifat basa. Hal ini dikarenakan aktivator yang bersifat basa tersebut bereaksi dengan gugus fungsi yang mengandung karbon. KOH merupakan zat paling efektif untuk membentuk mikropori (Perdana et al., 2020).

Selain itu, KOH dapat bereaksi dengan karbon serta mampu menghilangkan zat-zat pengotor dalam karbon sehingga karbon menjadi lebih berpori. Besarnya luas permukaan dan kapasitas yang dihasilkan dari penggunaan aktivator KOH juga menjadi alasan pemilihan aktivator jenis ini, dengan luas permukaan yang dihasilkan sebesar 898,229 m<sup>2</sup>/g dan kapasitas 107,83 F/g (Prayogatama & Kurniawan, 2022).

## **2.6 Tujuan Aktivasi**

Tujuan aktivasi karbon aktif adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan Luas Permukaan

Aktivasi bertujuan untuk meningkatkan luas permukaan bahan. Luas permukaan yang lebih besar memungkinkan lebih banyak area untuk adsorpsi, yang sangat penting dalam aplikasi seperti pemurnian air dan udara.

2. Meningkatkan Kapasitas Adsorpsi

Dengan meningkatkan luas permukaan dan mengembangkan pori-pori dalam struktur bahan, aktivasi meningkatkan kapasitas adsorpsi

bahan tersebut. Hal ini berarti bahan dapat menyerap lebih banyak zat dari lingkungannya.

### 3. Menghilangkan Kontaminan

Proses aktivasi membantu menghilangkan kontaminan dan bahan pengotor dari bahan mentah. Bertujuan untuk memastikan bahwa karbon aktif memiliki kemurnian yang tinggi dan tidak mengandung zat yang dapat mengganggu kinerjanya.

### 4. Meningkatkan Stabilitas Termal

Aktivasi juga dapat meningkatkan stabilitas termal bahan, membuatnya lebih tahan terhadap suhu tinggi. Ini penting dalam aplikasi di mana bahan akan digunakan dalam kondisi ekstrem.

### 5. Mengembangkan Struktur Pori

Salah satu tujuan utama aktivasi adalah mengembangkan struktur pori yang optimal dalam bahan. Struktur pori yang baik memungkinkan bahan untuk menyerap molekul dengan ukuran yang berbeda-beda, meningkatkan fleksibilitas dan efektivitasnya dalam berbagai aplikasi.

## 2.7 Kegunaan Karbon Aktif

Karbon aktif banyak digunakan sebagai adsorben dan katalis di banyak industri seperti farmasi, pengolahan makanan, manufaktur vakum, pengelolaan air limbah, dan polusi udara, yang dapat dianggap berasal dari

sifat, seperti luas permukaan yang tinggi, distribusi ukuran pori dan sifat permukaan yang dapat disesuaikan (Ifa & Syarif, 2021).

Selain itu, kegunaan lain pada karbon aktif sebagai berikut (Ramadhani et al., 2020).

- 1) Penghilang bau, warna dan rasa pada minyak dan makanan.
- 2) Bahan penyaring dan penghilang bau, warna dan rasa pada industri obat – obatan.
- 3) Penghilang bau dan warna pada industri minuman keras dan ringan.
- 4) Penyaring bahan mentah atau zat antara pada industri bidang kimia perminyakan.
- 5) Pemurni dan penghilang bau pada industri pengolahan pulp and paper.
- 6) Bahan penyerap, pelarut dan penghilang bau.
- 7) Bahan penjerap logam berat yang terkandung dalam limbah cair industri.

## 2.8 Adsorpsi

Adsorpsi atau penyerapan adalah suatu proses yang terjadi ketika suatu fluida, cairan maupun gas, terikat kepada suatu padatan atau cairan (zat penyerap, adsorben) dan akhirnya membentuk suatu lapisan tipis atau film (zat teryerap, adsorbat) pada permukaannya. Adsorpsi secara umum adalah proses penggumpalan substansi terlarut (*soluble*) yang ada dalam larutan, oleh permukaan zat atau benda penyerap, di mana terjadi suatu ikatan kimia fisika antara substansi dengan penyerapnya (Purwitasari et al., 2022).

Ada 2 tipe adsorpsi, yaitu (Widayatno et al., 2017):

#### 1. Adsorpsi fisis atau Van der Waals

Adsorpsi yang terjadi dalam hal ini adalah non-spesifik dan non-selektif penyebab gaya tarik menarik karena adanya ikatan koordinasi hidrogen dan gaya Van der Waals. Apabila adsorbat dan permukaan adsorben terikat dengan gaya Van der Waals saja maka dinamakan adsorpsi fisis atau adsorpsi Van der Waals. Molekul yang teradsorpsi terikat pada permukaan secara lemah dan panas adsorpsinya rendah.

#### 2. Adsorpsi kimia

Jika adsorbat dan permukaan adsorben bereaksi secara kimiawi maka disebut chemisorption. Nilai panas adsorpsi setara dengan reaksi kimia karena adanya ikatan kimia yang terbentuk maupun yang terputus selama proses adsorpsi.

Untuk membedakan kedua fenomena proses adsorpsi tersebut maka digunakan variabel suhu. Adsorpsi fisis ditandai dengan penurunan jumlah yang teradsorpsi dengan peningkatan suhu.

Secara umum, faktor-faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi adalah sebagai berikut (Syauqiah et al., 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 yang tinggi (polar) memiliki kemampuan tarik menarik terhadap molekul lain dibandingkan molekul yang tidak dapat membentuk dipol (nonpolar); Peningkatan berat molekul adsorbat dapat meningkatkan kemampuan adsorpsi. Adsorbat dengan rantai yang bercabang biasanya lebih mudah diadsorpsi dibandingkan rantai yang lurus.

## 3. Struktur molekul adsorbat

Hidroksil dan amino mengakibatkan mengurangi kemampuan penyisihan sedangkan Nitrogen meningkatkan kemampuan penyisihan.

## 4. Konsentrasi Adsorbat

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

## 5. 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.

## 6. pH

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

7. 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.

8. Waktu Kontak

Penentuan waktu kontak yang menghasilkan kapasitas adsorpsi maksimum terjadi pada waktu kesetimbangan.

9. Waktu kesetimbangan dipengaruhi oleh:

- a) Tipe biomasa (jumlah dan jenis ruang pengikatan),
- b) Ukuran dan fisiologi biomasa (aktif atau tidak aktif),
- c) Ion yang terlibat dalam sistem biosorpsi
- d) Konsentrasi ion logam

Metode Adsorpsi dapat dilakukan dengan dua cara yaitu statis (*batch*) dan dinamis (kolom):

1. Cara statis (*batch*) yaitu memasukan larutan dengan komponen yang diinginkan ke dalam wadah berisi adsorben, selanjutnya diaduk dalam waktu tertentu. Kemudian dipisahkan dengan cara penyaringan atau dekantasi. Komponen yang telah terikat pada adsorben dilepaskan kembali dengan melarutkan adsorben dalam pelarut tertentu dan volumenya lebih kecil dari volume larutan mula-mula.



- 
2. Cara dinamis (kolom) yaitu memasukan larutan dengan komponen yang diinginkan kedalam wadah berisi adsorben, selanjutnya komponen yang telah terserap dilepaskan kembali dengan mengalirkan pelarut (efluen) sesuai yang volumenya lebih kecil.



## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Kegiatan penelitian ini dilakukan mulai bulan Maret – Juli 2024 dan tempat pelaksanaannya di Laboratorium Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang.

### 3.2 Alat dan Bahan

#### 3.2.1 Alat

- 1) Gelas Kimia 600 mL
- 2) Gelas ukur 100 mL
- 3) Labu takar 500 mL
- 4) Labu takar 100 mL
- 5) Labu takar 10 mL
- 6) Erlenmeyer 250 mL
- 7) Pipet ukur 25 mL
- 8) Pipet ukur 10 mL
- 9) Ayakan 100 mesh
- 10) Neraca analitik
- 11) *Magnetic heated stirrer*
- 12) Desikator
- 13) Mikro pipet
- 14) Cawan porselin

15) Spatula

16) Oven

17) Furnace

18) *Instrument* BET

19) *Instrument* Spektrofotometer UV-VIS

### 3.2.2 Bahan

1) Sampel batang pisang kepok (*Musa Paradisiaca* L.) dari Desa Rajang, Kecamatan Lembang, Kabupaten Pinrang

2)  $H_3PO_4$

3) KOH

4)  $FeCl_3 \cdot 6H_2O$

5) KCNS

6)  $H_2SO_4$

7) Natrium tiosulfat 0,1 N

8) Larutan iodin 0,1 N

9) Larutan amilum 1%

10) Brom water

11) Kertas Saring

12) Aquadest

### 3.3 Prosedur Penelitian

#### 3.3.1 Preparasi Batang Pisang Kepok

- 1) Dicuci batang pisang kepok hingga bersih dan dikeringkan dibawah sinar matahari langsung selama  $\pm$  1 minggu hingga batang pisang kering ditandai dengan perubahan warna menjadi cokelat.
- 2) Ditimbang batang pisang kepok (b) yang telah dikeringkan.
- 3) Diperkecil ukuran batang pisang kepok sebesar  $\pm$  15 cm.

#### 3.3.2 Proses Pembuatan Adsorben

- 1) Batang pisang kepok yang sudah diperkecil dikarbonisasi pada suhu  $500^{\circ}\text{C}$  selama 2,5 jam menggunakan alat karbonisasi silinder horizontal berputar.
- 2) Hasil karbonisasi batang pisang kepok digerus hingga menjadi serbuk karbon.
- 3) Serbuk karbon diayak menggunakan ayakan 80 mesh.
- 4) Serbuk karbon ditimbang untuk diketahui yieldnya (a).
- 5) Serbuk karbon yang telah ditimbang masing-masing seberat 20 g diaktivasi dengan  $\text{H}_3\text{PO}_4$  40% (180 mL) atau KOH 40% (180 mL) selama 2 jam pada suhu  $80^{\circ}\text{C}$ .
- 6) Larutan disaring menggunakan kertas saring.
- 7) Karbon aktif dicuci menggunakan aquadest hingga mencapai pH 7.
- 8) Karbon aktif dikeringkan dalam oven pada suhu  $110^{\circ}\text{C}$  selama 12 jam.

- 9) Didiamkan dalam desikator selama 15 menit.
- 10) Serbuk karbon aktif diayak menggunakan ayakan 80 mesh.

Catatan: Percobaan 5 diatas dilakukan beberapa kali untuk memperoleh karbon aktif yang cukup untuk analisa selanjutnya.

### 3.3.3 Analisis Yield Karbon

Sampel bahan baku dan karbon masing-masing ditimbang, kemudian dihitung yield dengan persamaan sebagai berikut:

$$\% \text{ yield} = \frac{a}{b} \times 100\%$$

Dimana:

a = berat karbon (g)

b = berat bahan baku awal (g)

### 3.3.4 Analisis Bagian Yang Hilang Pada Pemanasan 950°C (SNI 06-3730-1995)

- 1) Ditimbang 1 – 2 g karbon aktif dan dimasukkan kedalam cawan porselin yang telah diketahui beratnya.
- 2) Diatas cawan tersebut, diletakkan cawan yang lain yang telah diketahui beratnya, sehingga karbon aktif berada diantara kedua cawan tersebut.
- 3) Dipanaskan cawan dan karbon aktif hingga suhu 950°C dalam furnace.
- 4) Setelah mencapai suhu 950°C, cawan dan karbon aktif dibiarkan dingin.
- 5) Dikeluarkan dan disimpan didalam desikator.
- 6) Ditimbang cawan dan karbon aktif.

- 7) Dihitung bagian yang hilang pada pemanasan 950°C dengan persamaan berikut:

$$\text{Bagian yang hilang pada pemanasan 950°C (\%)} = \frac{(W_1 - W_2)}{W_1} \times 100\%$$

Dimana:

$W_1$  = Berat sampel awal (g)

$W_2$  = Berat sampel setelah pemanasan (g)

### 3.3.5 Analisis Kadar Air (SNI 06-3730-1995)

- 1) Ditimbang 1 g karbon aktif dan dimasukkan kedalam cawan porselin yang diketahui beratnya.
- 2) Ratakan sampel kemudian dipanaskan dalam oven pada suhu 110°C selama 3 jam.
- 3) Disimpan dalam desikator selama 15 menit.
- 4) Ditimbang sampel dan dilakukan pemanasan hingga beratnya konstan.
- 5) Dihitung kadar air dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{(w_1 - w_2)}{w} \times 100\%$$

Dimana:

$w_1$  = berat cawan + sampel (g)

$w_2$  = berat cawan + sampel setelah pemanasan (g)

$w$  = berat sampel (g)

### 3.3.6 Analisis Kadar Abu (SNI 06-3730-1995)

- 1) Ditimbang 2 – 3 g karbon aktif dan dimasukkan kedalam cawan porselin yang telah diketahui beratnya.
- 2) Dipanaskan dalam furnace pada suhu 800°C selama 2 jam.
- 3) Disimpan dalam desikator selama 15 menit.
- 4) Ditimbang sampel.
- 5) Dihitung kadar abu dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{(w_2 - w_1)}{w} \times 100\%$$

Dimana:

$w_1$  = berat cawan (g)

$w_2$  = berat cawan + sampel setelah pengabuan (g)

$w$  = berat sampel (g)

### 3.3.7 Analisis Daya Serap Iodin (SNI 06-3730-1995)

- 1) Ditimbang 1 g karbon aktif dan dicampurkan dengan 50 ml larutan iodin 0,1 N.
- 2) Diaduk selama 15 menit menggunakan strirrer.
- 3) Didiamkan selama 15 menit, kemudian disaring.
- 4) Filtrat diambil sebanyak 10 ml dan dititrasi dengan larutan natrium tiosulfat 0,1 N hingga warna kuning pada larutan mulai samar.
- 5) Ditambahkan larutan amilum 1% sebanyak 1 ml sebagai indikator.
- 6) Dititrasi kembali hingga warna biru tua menjadi bening.

7) Dihitung daya serap iodine dengan rumus sebagai berikut:

$$I = \frac{V_1 - \left( \frac{V_2 \cdot N_2}{N_1} \right) \times 126,93 \times fp}{w}$$

Dimana:

$V_1$  = jumlah larutan iodine yang dianalisis (ml)

$N_1$  = normalitas iodine (N)

$V_2$  = jumlah larutan natrium tiosulfat yang terpakai (ml)

$N_2$  = normalitas natrium tiosulfat (N)

126,93 = jumlah iodine per ml larutan natrium tiosulfat

$fp$  = faktor pengenceran

$w$  = berat sampel (g)

### 3.3.8 Analisis Luas Permukaan Pori Karbon Aktif

Luas permukaan pori karbon aktif dapat dihitung dengan menggunakan *instrument* BET.

### 3.3.9 Penentuan Kadar Adsorpsi (SNI 06-6854-2002)

#### 3.3.9.1 Pembuatan Larutan Induk Fe 100 ppm

Larutan induk besi (Fe) 100 ppm dibuat dengan ditimbang 0,048 g  $FeCl_3 \cdot 6H_2O$  kemudian dilarutkan dalam labu takar 100 mL menggunakan aquadest.



### 3.3.9.2 Pembuatan Larutan Fe 200 ppm

Larutan besi (Fe) 200 ppm dibuat dengan ditimbang 0,096 g  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  kemudian dilarutkan dalam labu takar 100 mL menggunakan aquadest.

### 3.3.9.3 Pembuatan Larutan Asam Sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) 4 N

Larutan Asam Sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) 4 N dibuat dengan cara diencerkan larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  98% sebanyak 11 mL dengan aquadest dalam labu takar 100 mL.

### 3.3.9.4 Pembuatan Larutan KCNS 20%

Larutan KCNS 20% dibuat dengan cara ditimbang 15 g KCNS kemudian dilarutkan dalam aquadest 75 mL.

### 3.3.9.5 Pembuatan Larutan Standar Fe

Pembuatan Larutan standar Fe 2, 4, 6, 8 dan 10 ppm dilakukan dengan cara dipipet sebanyak 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 dan 1 mL larutan induk Fe 100 ppm. Kemudian masing-masing konsentrasi dilarutkan dengan aquadest dalam labu takar 10 mL. Masing-masing larutan dimasukkan kedalam vial dan ditambahkan 0,2 mL  $\text{H}_2\text{SO}_4$  4 N dan 1 tetes brom water. Kemudian larutan dipanaskan hingga warna kuning pada larutan menghilang dan didinginkan. Ditambahkan 0,25 mL KCNS 20%. Didiamkan selama 30 menit selanjutnya diukur absorbansinya menggunakan Spektrofotometer UV-VIS.

### 3.3.9.6 Penentuan Efisiensi Adsorpsi

Penentuan efisiensi adsorpsi dilakukan dengan dimasukkan masing-masing larutan Fe 200 ppm sebanyak 100 mL kedalam gelas kimia 600 mL yang berisi 1 g arang aktif yang telah diaktivasi H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> dan KOH. Kemudian, larutan diaduk menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 200 rpm selama 45 menit (Budiyanto, 2021). Selanjutnya larutan disaring untuk diambil filtratnya. Larutan diperlakukan sama dengan pengerjaan larutan standar dan diukur absorbansinya. Data absorbansi digunakan untuk menghitung konsentrasi akhir logam Fe setelah dilakukan adsorpsi. Selanjutnya dihitung efisiensi adsorpsi berdasarkan persamaan berikut (Rahman et al., 2022):

$$\%EA = \frac{(C_{awal} - C_{akhir})}{C_{awal}} \times 100\%$$

Keterangan:

EA = Efisiensi Adsorpsi (%)

C<sub>awal</sub> = Konsentrasi awal (ppm)

C<sub>akhir</sub> = Konsentrasi Akhir (ppm)

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **4.1 Yield Karbon**

Proses karbonisasi batang pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) menghasilkan yield karbon sebesar 23,35%. Yield ini menunjukkan bahwa dari setiap 100 gram bahan baku batang pisang yang dikarbonisasi, dihasilkan sekitar 23,35 gram karbon. Besarnya yield yang didapatkan dipengaruhi oleh suhu karbonisasi yang digunakan, karbonisasi pada suhu lebih rendah menyebabkan batang pisang tidak sepenuhnya terkonversi menjadi karbon, sedangkan apabila karbonisasi dilakukan pada suhu yang lebih tinggi maka lebih banyak bahan organik yang terurai menjadi gas volatil.

### **4.2 Karakterisasi Karbon Aktif**

Karbon aktif adalah bahan yang terdiri dari karbon amorf dengan struktur berpori yang sangat tinggi. Struktur ini memberikan luas permukaan yang besar, yang memungkinkan karbon aktif untuk menyerap berbagai zat kimia dari gas atau cairan.

Kadar air merupakan salah satu karakteristik dari karbon aktif, sesuai dengan SNI 06-3730-1995 yang menetapkan standar mutu karbon aktif. Untuk karbon jenis serbuk, kadar air maksimal 15%. Analisa kadar air dilakukan untuk mengetahui kualitas dari karbon aktif. Kadar air yang tinggi dapat mengurangi kapasitas adsorpsi karena air dapat mengisi pori-pori dari karbon

aktif yang seharusnya digunakan untuk menjerap zat lain. Hasil pengujian kadar air karbon aktif dari batang pisang kepok dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut.

Tabel 4. 1 Hasil Analisa kadar Air

Aktivator	Persyaratan kualitas kadar air (%)	Kadar air (%)
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	Maks. 15	3,53
KOH	Maks.15	3,94

Berdasarkan tabel 4.1, kualitas karbon aktif dari batang pisang kepok yang diaktivasi dengan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> dan KOH memenuhi standar mutu yang ditetapkan SNI 06-3730-1995. Kadar air karbon aktif yang diaktivasi KOH lebih tinggi dibandingkan dengan yang diaktivasi H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>. Hal ini diperkirakan disebabkan oleh proses netralisasi, dimana karbon yang diaktivasi KOH lebih banyak terkontak dengan aquadest sehingga kadar air menjadi lebih tinggi. Pengukuran kadar air bertujuan untuk mengetahui kemampuan higroskopis dari karbon aktif (Batu, M.S et al., 2022).

Pengukuran nilai kadar abu bertujuan untuk mengetahui kandungan mineral atau oksida logam yang tersisa setelah proses karbonisasi. Oksida logam seperti CaO, MgO dan K<sub>2</sub>O yang terkandung dalam karbon aktif dapat mengurangi kemampuan adsorpsinya. Nilai kadar abu menunjukkan keberadaan oksida logam tersebut. Menurut SNI 06-3730-1995, kadar abu maksimal yang diperbolehkan untuk karbon aktif jenis serbuk adalah 10%.

Hasil pengukuran kadar abu pada karbon aktif dari batang pisang kepok terdapat pada tabel 4.2 berikut.

Tabel 4. 2 Hasil Analisa Kadar Abu

Aktivator	Persyaratan kualitas kadar abu (%)	Kadar abu (%)
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	Maks. 10	12,3
KOH	Maks.10	2,88

Berdasarkan tabel 4.2, diketahui bahwa kadar abu pada karbon aktif dari batang pisang kepok yang diaktivasi dengan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> tidak memenuhi standar mutu karbon aktif serbuk menurut SNI, sedangkan karbon aktif yang diaktivasi KOH memenuhi standar tersebut. Hal ini sejalan dengan penelitian (Faisal & Pato Usman, 2021) yang menunjukkan bahwa karbon aktif yang diaktivasi dengan KOH memiliki kadar abu lebih rendah. Hal ini disebabkan oleh kemampuan KOH yang lebih baik dalam bereaksi dengan mineral dan membentuk pori-pori yang lebih optimal. KOH akan mengikis permukaan karbon, mengurangi pengotor yang ada, ditandai dengan perubahan warna campuran antara karbon dan aktivator menjadi coklat kehitaman.

Bagian yang hilang pada pemanasan 950°C biasanya mengacu pada pengukuran volatilitas atau kandungan zat yang menguap dari karbon aktif saat dipanaskan pada suhu tersebut. Proses analisa ini bertujuan untuk menilai kualitas dan kemurnian karbon. Menurut standar SNI 06-3730-1995, bagian yang hilang pada pemanasan maksimal adalah 25%. Hal ini berarti karbon aktif yang baik harus memiliki volatilitas yang rendah untuk memastikan

penjerapan yang optimal. Hasil pengujian bagian yang hilang pada pemanasan 950°C karbon aktif dari batang pisang kepok dapat dilihat pada tabel 4.3 berikut.

Tabel 4. 3 Analisa Bagian Yang Hilang Pada Pemanasan 950°C

Aktivator	Persyaratan kualitas bagian yang hilang pada pemanasan 950°C (%)	Bagian yang hilang pada pemanasan 950°C (%)
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	Maks. 25	2,18
KOH	Maks.25	2,18

Berdasarkan tabel 4.3, karbon aktif yang diaktivasi dengan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> dan KOH menunjukkan hasil analisa yang sama yaitu 2,18%. Ini menunjukkan bahwa kualitas karbon aktif tersebut sesuai dengan SNI. Semakin rendah bagian yang hilang pada pemanasan, semakin tinggi kualitas karbon aktif karena menunjukkan lebih sedikit pengotor yang dapat mengurangi efektivitas adsorpsi (Huda et al., 2020)

Pengujian daya serap iodine bertujuan untuk menentukan bilangan iodine, yaitu jumlah iodine (dalam mg) yang dapat diserap oleh 1 g karbon dalam kondisi uji tertentu (Du, C. et al., 2021). Pada penelitian ini, bilangan iodine ditentukan menggunakan metode titrasi. Analisa iodine dilakukan untuk mengukur kapasitas adsorpsi karbon aktif terhadap molekul-molekul yang berukuran kecil seperti iodine. Iodine dipilih sebagai zat uji karena molekulnya yang kecil dapat dengan mudah masuk kedalam pori-pori karbon aktif. Hasil

pengujian daya serap iodine pada karbon aktif dari batang pisang kepok dapat dilihat pada tabel 4.4 berikut.

Tabel 4. 4 Hasil Analisa Daya Serap Iodin

Aktivator	Persyaratan kualitas daya serap iodine (mg/g)	Daya Serap Iodin (mg/g)
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	Min. 750	823,1517
KOH	Min. 750	848,3948

Berdasarkan tabel 4.4, diketahui bahwa karbon aktif yang diaktivasi dengan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> dan KOH keduanya memenuhi standar SNI, yaitu minimal 750 mg/g. Hal ini menunjukkan bahwa kedua aktivator tersebut efektif dalam membuka pori-pori karbon. Akan tetapi KOH menunjukkan hasil lebih baik dalam hal daya serap iodine. Hal ini mungkin disebabkan oleh kemampuannya yang lebih baik dalam membentuk pori dan mengurangi kadar abu. Hal ini sejalan dengan penelitian Safariyanti et al., (2018) yang menunjukkan bahwa karbon aktif dengan kadar abu yang lebih rendah memiliki daya serap iodine yang lebih tinggi, menunjukkan bahwa hubungan terbalik antara kadar abu dan daya serap iodine.

### 4.3 Analisis Luas Permukaan dan Volume Pori Adsorben

Analisis luas permukaan menggunakan instrument BET (*Brunauer-Emmett-Teller*) mengukur jumlah gas yang diadsorpsi oleh permukaan karbon pada suhu rendah. Analisis ini menggunakan nitrogen sebagai gas adsorbat.

Hasil analisa BET untuk karbon aktif dari batang pisang kepek terdapat pada tabel 4.5 berikut.

Tabel 4. 5 Hasil Analisa BET

Aktivator	Luas Permukaan (m <sup>2</sup> /g)	Volume Pori (cc/g)
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	2124,873	1,7753
KOH	2871,317	2,4129

Berdasarkan tabel 4.5, karbon aktif yang diaktivasi dengan KOH memiliki luas permukaan, volume pori dan jari-jari pori yang lebih besar dibandingkan dengan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>. Hal ini menunjukkan bahwa KOH lebih efektif dalam membuka pori-pori karbon aktif. Aktivasi dengan KOH cenderung menghasilkan struktur pori yang lebih berkembang, yang berkontribusi pada peningkatan luas permukaan dan volume pori. Semakin besar luas permukaan, semakin banyak molekul yang dapat diadsorpsi dan semakin besar volume pori maka semakin besar pula kemungkinan adsorben untuk menjerap lebih banyak molekul, sehingga dapat meningkatkan kapasitas adsorpsi.

Berdasarkan lampiran LI.6 pada bagian 1 berdasarkan analisa BET diketahui bahwa untuk karbon aktif yang diaktivasi dengan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> memiliki rata-rata jari-jari pori sebesar 1,6710 nm dengan volume total pori 1,7753 cc/g untuk pori berukuran lebih kecil dari 16,67 nm, sedangkan untuk karbon aktif yang diaktivasi dengan KOH memiliki rata-rata jari-jari pori sebesar 1,6807 nm dengan volume total pori 2,4129 cc/g untuk pori berukuran lebih kecil dari 16,98 nm. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa karbon aktif dari



batang pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) yang diaktivasi menggunakan  $H_3PO_4$  dan  $KOH$  termasuk dalam ukuran pori mesopori (2-50 nm). Karbon aktif dengan ukuran mesopori dapat diaplikasikan dalam adsorpsi ion logam Fe (III) yang juga termasuk dalam rentang mesopori.

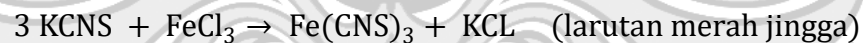
#### 4.4 Adsorpsi Logam Fe

Karbon aktif memiliki luas permukaan yang besar sehingga dapat digunakan sebagai adsorben logam berat seperti besi (Fe) dalam air limbah.. Tujuan dari adsorpsi logam Fe antara lain untuk mengurangi resiko toksisitas, pemurnian dan peningkatan kualitas air minum dan mencegah kerusakan infrastruktur akibat penggunaan air yang mengandung logam Fe. Karbon aktif sering digunakan dalam proses adsorpsi karena memiliki porositas tinggi dan mampu menjerap ion logam secara efisien. Proses adsorpsi logam Fe menggunakan instrument UV-VIS membantu menentukan seberapa besar penurunan konsentrasi logam. Instrumen ini bekerja berdasarkan prinsip penyerapan cahaya oleh sampel pada panjang gelombang tertentu. Berdasarkan penelitian Parwati, H. (2019), panjang gelombang maksimum untuk analisa Fe menggunakan reagen KCNS 2 M sebesar 477 nm. Oleh karena itu, pengukuran panjang gelombang dilakukan pada rentang tersebut, seperti yang terdapat pada tabel 4.6 berikut.

Tabel 4. 6 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum

Panjang Gelombang (nm)	Absorbansi
467	0,380
468	0,382
469	0,385
470	0,387
471	0,389
472	0,386
473	0,383
474	0,380
475	0,378

Berdasarkan tabel 4.6, panjang gelombang maksimum adalah 471 nm dengan absorbansi sebesar 0,389. Reaksi yang terjadi antara Fe dan kalium tiosianida adalah sebagai berikut:



Ion besi ( $\text{Fe}^{3+}$ ) dalam sampel akan beraksi dengan ion tiosianida ( $\text{CNS}^-$ ) membentuk senyawa kompleks besi (III) tiosianat atau  $\text{Fe}(\text{SCN})_3$  yang menghasilkan warna merah jingga (Kaira, K. 2016).

Pengukuran adsorpsi diawali dengan pembuatan larutan standar yang digunakan untuk menentukan konsentrasi zat dalam sampel yang tidak diketahui berdasarkan absorbansinya. Larutan sampel sebesar 200 ppm diadsorpsi menggunakan masing-masing karbon yang telah diaktivasi menggunakan  $\text{H}_3\text{PO}_4$  dan  $\text{KOH}$  sebanyak 1 g. Hasil pengukuran absorbansi larutan standar Fe dapat dilihat pada tabel 4.7 berikut.

Tabel 4. 7 Hasil Pengukuran Absorbansi Larutan Standar

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
2	0.389
4	0.579
6	0.69
8	0.871
10	1.05
Sampel 1	0,629
Sampel 2	0,602

Berdasarkan data absorbansi pada tabel 4.7, diperoleh persamaan linear  $y = 0,0807x + 0,2316$  dengan koefisien determinasi ( $r^2$ ) sebesar 0,9944. Dari lampiran LI.7, diketahui bahwa karbon aktif yang diaktivasi dengan  $H_3PO_4$  memiliki efisiensi adsorpsi sebesar 75,38%, sedangkan karbon aktif yang diaktivasi dengan KOH memiliki efisiensi adsorpsi sebesar 77,05%. Hal ini menunjukkan bahwa karbon aktif yang diaktivasi dengan KOH memiliki efisiensi adsorpsi yang lebih baik dalam proses adsorpsi logam Fe dibandingkan dengan karbon aktif yang diaktivasi  $H_3PO_4$ .

## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan, dapat disimpulkan:

1. Adsorben dari batang pisang kepok (*Musa Paradisiaca* L.) yang diaktivasi dengan  $H_3PO_4$  dan KOH berturut-turut memiliki kadar air sebesar 3,53% dan 3,94%, kadar abu sebesar 12,3% dan 2,88%, bagian yang hilang pada pemanasan  $950^\circ C$  masing-masing sebesar 2,18%, dan daya serap iodin sebesar 823,1517 mg/g dan 848,3948 mg/g.
2. Luas Permukaan adsorben dari batang pisang kepok (*Musa Paradisiaca* L.) yang diaktivasi dengan  $H_3PO_4$  dan KOH berturut-turut sebesar 2124,873  $m^2/g$  dan 2871,317  $m^2/g$ , dengan rasio luas permukaan  $H_3PO_4 : KOH = 1:1,35$ .
3. Efisiensi adsorpsi adsorben dari batang pisang kepok (*Musa Paradisiaca* L.) menggunakan aktivator  $H_3PO_4$  dan KOH berturut-turut sebesar 75,38% dan 77,05%.

### 5.2 Saran

Dilakukan analisa BET sebelum dilakukan aktivasi untuk mengetahui perbandingan luas permukaan karbon sebelum dan setelah aktivasi. Ukuran partikel divariasikan untuk mendapatkan ukuran partikel adsorben yang optimal yang dapat meningkatkan efisiensi adsorpsi logam Fe.

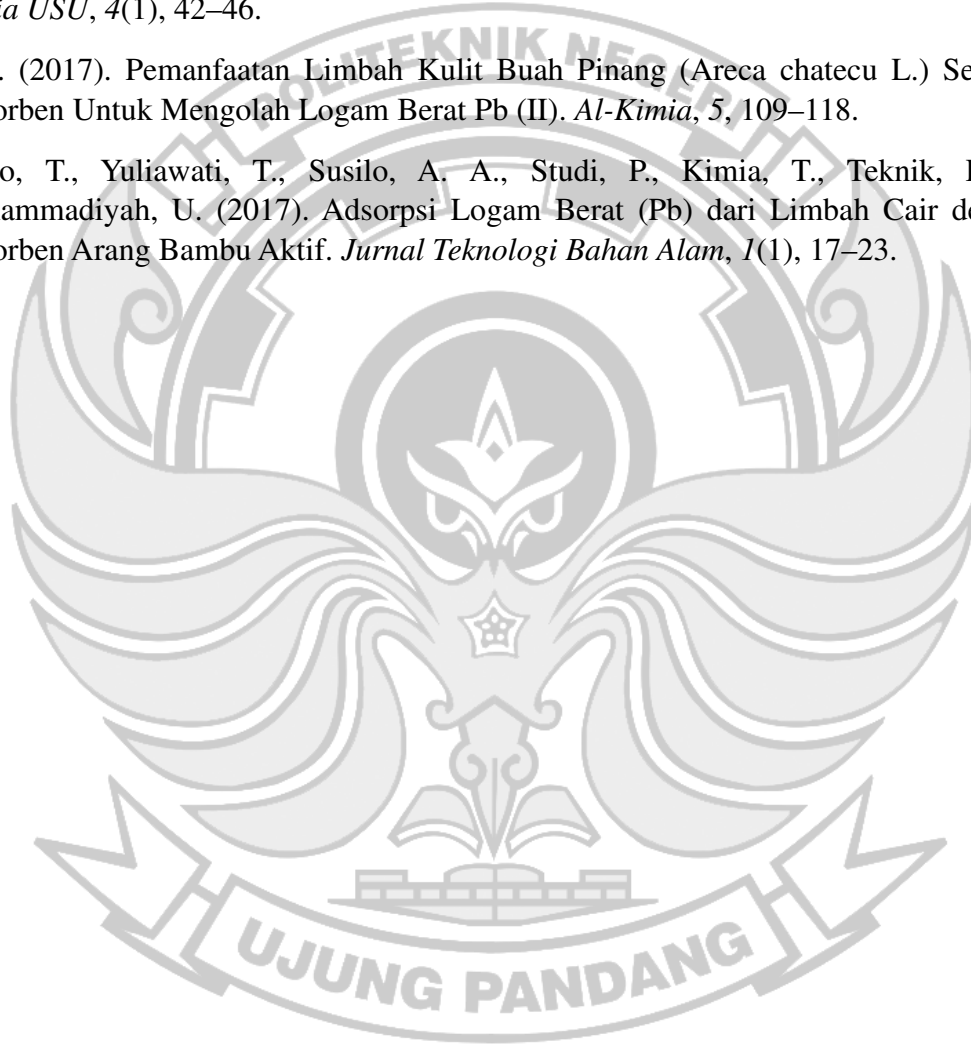
## DAFTAR PUSTAKA

- Alnora, D. (2016). *Preparasi Dan Karakterisasi Arang Aktif Dari Cangkang Biji Karet (Hevea Braziliensis) Sebagai Adsorben Untuk Menjerap Ion Logam Seng ( $Zn^{+2}$ )*. 4(1), 1–23. <http://repository.unri.ac.id/>
- Angraeni, I. S., & Yuliana, L. E. (2015). Pembuatan Karbon Aktif dari Limbah Tempurung Siwalan (*Borassus Flabellifer* L.) dengan Menggunakan Aktivator Seng Klorida ( $ZnCl_2$ ) dan Natrium Karbonat ( $Na_2CO_3$ ). *Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya*, 1–103.
- Antonius, Yuniarsih, D., & Putri, H. (2019). *Pemanfaatan Selulosa Batang Pohon Pisang (Musa Paradisiaca) Sebagai Bahan Alternatif Dalam Pembuatan Kertas HVS*. <https://www.researchgate.net/publication/348757892>
- Auliya, R. (2018). Pembuatan Dan Karakterisasi Karbon Aktif Dari Kulit Pisang Kepok (*Musa Paradisiaca* L.) Sebagai Adsorben Senyawa Polisiklik Aromatik Hidrokarbon Fenantrena. *Gender and Development*, 120(1), 0–22.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Sulawesi Selatan. 2021. Tabel Statistik Produksi Pisang Provinsi Sulawesi Selatan Menurut Kabupaten/Kota (Kuintal), 2019-2020
- Baskoro, W. (2018). Pembuatan Karbon Aktif Berbahan Dasar Limbah Ampas Tebu (Bagasse) Dengan Variasi Konsentrasi Aktivator  $ZnCl_2$ . *Gastronomía Ecuatoriana y Turismo Local.*, 1(69), 5–24.
- Budiyanto, S. (2021). *Pemanfaatan Ampas Kopi Sebagai Adsorben Penyerap Besi (Fe)*. *Skripsi*.
- Devri, A. N., Santoso, H., & Muhfahroyin, M. (2020). Manfaat Batang Pisang Dan Ampas Tahu Sebagai Pakan Konsentrat Ternak Sapi. *Biolova*, 1(1), 30–35. <https://doi.org/10.24127/biolova.v1i1.33>
- Dwivanny, F. M., Wikantika, K., Susanto, A., Ghazali, M. F., Lim, C., & Kamalesha, G. (2021). *Pisang Indonesia* (C. Lim, G. Kamalesha, & Ripky, Eds.; 1st ed.). ITB Press. <https://www.researchgate.net/publication/350104189>
- Faisal, & Pato Usman. (2021). Studi Konsentrasi Kalium Hidroksida (KOH) Terhadap Kualitas Karbon Aktif Tempurung Kluwak. *Jom Faperta*, 8(2), 1–13.
- Huda, S., Ratnani, R. D., & Kurniasari, L. (2020). Karakterisasi Karbon Aktif Dari Bambu Ori (*Bambusa Arundinacea*) Yang Di Aktivasi Menggunakan Asam Klorida (HCl). *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, 5(1). <https://doi.org/10.31942/inteka.v5i1.3397>

- Ifa, L., & Syarif, T. (2021). *Bioadsorben dan Aplikasinya* (1st ed., Issue December). [www.cendekiamuslim.com](http://www.cendekiamuslim.com)
- Khaira, K. (2016). Penentuan Kadar Besi (Fe Air Sumur dan Air PDAM Dengan Metode Spektrofotometri. *Sainstek: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 5(1), 17-23
- Kristianto, H. (2017). Sintesis Karbon Aktif Dengan Menggunakan Aktivasi Kimia  $ZnCl_2$ . *Jurnal Integrasi Proses*, 6(3), 104–111. <https://doi.org/10.36055/jip.v6i3.1031>
- Lubis, R. A. F., Nasution, H. I., & Zubir, M. (2020). Production of Activated Carbon from Natural Sources for Water Purification. *Indonesian Journal of Chemical Science and Technology (IJCST)*, 3(2), 67. <https://doi.org/10.24114/ijcst.v3i2.19531>
- Luziana, F. (2018). Modifikasi Karbon Aktif Dari Tempurung Kelapa Sawit Dengan Teknik Pelapisan Magnetit Sebagai Adsorben Kristal. *Skripsi*.
- Maduma, A., Kurniawan, D., Berliana, Y., Agusnu Putra, I., Juniarsih, T., Nadhira, A., Sari Sijabat, O., Wahyudi, E., Suprayetno, E., & Sugiarto, A. (2022). Pembuatan Pupuk Organik Cair (POC) Dengan Menggunakan Limbah Kulit Pisang. *Jurnal Abdimas Maduma*, 1, 23–27. <https://journal.eltaorganization.org/index.php/ecdj>
- Maulinda, L., ZA, N., & Sari, D. N. (2017). Pemanfaatan Kulit Singkong sebagai Bahan Baku Karbon Aktif. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 4(2), 11. <https://doi.org/10.29103/jtku.v4i2.69>
- Mentari, V. A., & Maulina, S. (2018). Perbandingan Gugus Fungsi dan Morfologi Permukaan Karbon Aktif dari Pelelepah Kelapa Sawit Menggunakan Aktivator Asam Fosfat ( $H_3PO_4$ ) dan Asam Nitrat ( $HNO_3$ ). *Talenta Conference Series: Science and Technology (ST)*, 1(2), 204–208. <https://doi.org/10.32734/st.v1i2.299>
- Noviratri, D. (2018). *Pemanfaatan Serbuk Selulosa Semu Pisang Kepok (Musa Paradisiaca Formatypica) Sebagai Adsorben Kromium (VI) (Studi Pada Limbah Cair Industri Elektroplating Di Kabupaten Jember)*.
- Perdana, Y. A., Joni, R., Emriadi, & Aziz, H. (2020). Pengaruh Aktivator KOH Terhadap Kinerja Karbon Aktif Dari Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Bahan Elektroda Superkapasitor. *Journal Of Aceh Physics Society*, 9, 13–19. <https://dx.doi.org/10.23887/jst-undiksha.v1i1>
- Pine, A. T. D., Base, N. H., & Angelina, J. B. (2021). Produksi Dan Karakterisasi Serbuk Selulosa Dari Batang Pisang (Musa Paradisiaca L.). In *journal.yamasi.ac.id* (Vol. 5, Issue 2). <http://journal.yamasi.ac.id>

- Prayogatama, A., & Kurniawan, T. (2022). Modifikasi Karbon Aktif dengan Aktivasi Kimia dan Fisika Menjadi Elektroda Superkapasitor. *Jurnal Sains Dan Teknologi*, 11(1), 47–58. <https://dx.doi.org/10.23887/jst-undiksha.v11i1>
- Purwitasari, D. G., Tussania, R., & Fathoni, R. (2022). Adsorpsi Logam Kadmium (Cd) Pada Kadmium Sulfat ( $\text{CdSO}_4$ ) Menggunakan Batang Pohon Pisang Sebagai Adsorben. *Jurnal Chemurgy*, 6(1), 52. <https://doi.org/10.30872/cmg.v6i1.7905>
- Rahman, T., Muis, L., & Suryadri, H. (2022). Pengaruh Berat Unggun terhadap Efisiensi dan Kapasitas Adsorpsi Zat Warna Rhodamin B dengan Sistem Kontinyu. *Jurnal Engineering*, 4(1), 32–38. <https://doi.org/10.22437/jurnalengineering.v4i1.18942>
- Ramadhani, L. F., Nurjannah, I. M., Yulistiani, R., & Saputro, E. A. (2020). Review: teknologi aktivasi fisika pada pembuatan karbon aktif dari limbah tempurung kelapa. In *Jurnal Teknik Kimia* (Vol. 26, Issue 2).
- Ridhuan, K., & Suranto, J. (2017). Perbandingan Pembakaran Pirolisis Dan Karbonisasi Pada Biomassa Kulit Durian Terhadap Nilai Kalori. *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 5(1), 50–56. <https://doi.org/10.24127/trb.v5i1.119>
- Rufaidah, L. N., Umamah, N., Sumardi, Marjono, & Surya, R. A. (2021). Learning environment technology-based in improving students' independent learning. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 747(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/747/1/012056>
- Safariyanti, S. J., Rahmalia, W., & Shofiyani, A. (2018). Sintesis dan Karakteristik Karbon Aktif Dari Tempurung Buah Nipah (*Nypa fruticans*) Menggunakan Aktivator Asam Klorida. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 7(2), 41–46.
- Saty, F. (2016). Analisis Finansial Dan Risiko Teknologi Pisang Kultur Jaringan Di Kabupaten Lampung Selatan. *Tesis*.
- Standar Nasional Indonesia. (1995). *Arang Aktif Teknis*.
- Standar Nasional Indonesia. (2002). *Metode Pengujian Kadar Besi (Fe) Dalam Air Secara Kolorimetri Dengan Thiocyanat*.
- Susilowati. (2016). *Karbon Aktif Dari Batang Pisang (Musa Paradiseaca) Dengan Aktivator  $\text{H}_3\text{PO}_4$  Dan  $\text{K}_2\text{CO}_3$  Untuk Menurunkan FFA (Free Fatty Acid) Pada Minyak Goreng Bekas* [Skripsi]. Universitas Brawijaya.
- Syauqiah, I., Amalia, M., & Kartini, H. A. (2011). Analisis Variasi Waktu Dan Kecepatan Pengaduk Pada Proses Adsorpsi Limbah Logam Berat Dengan Arang Aktif. *Info Teknik*, 12(1), 11–20.

- Tedja, T., Riani, E., & Sri Sugiarti, D. (2016). Pengaruh Aktivasi Fisika Dan Kimia Arang Aktif Buah Bintaro Terhadap Serap Logam Berat Krom (The Influence of Physical and Chemical Activation of Cerbera odollam Gaertn. Carbon on Chromium Adsorption). *Biopropal Industri*, 7, 35–45.
- Turmuzi, M., & Syaputra, A. (2015). Pengaruh suhu dalam pembuatan karbon aktif dari kulit salak (*Salacca edulis*) dengan impregnasi asam fosfat ( $H_3PO_4$ ). *Jurnal Teknik Kimia USU*, 4(1), 42–46.
- Utami, L. (2017). Pemanfaatan Limbah Kulit Buah Pinang (*Areca chatecu L.*) Sebagai Adsorben Untuk Mengolah Logam Berat Pb (II). *Al-Kimia*, 5, 109–118.
- Widayatno, T., Yuliatwati, T., Susilo, A. A., Studi, P., Kimia, T., Teknik, F., & Muhammadiyah, U. (2017). Adsorpsi Logam Berat (Pb) dari Limbah Cair dengan Adsorben Arang Bambu Aktif. *Jurnal Teknologi Bahan Alam*, 1(1), 17–23.







## LI Data Hasil Penelitian

### LI.1 Analisa Yield Adsorben

Berat bahan baku kering (a) = 1,67 kg

Berat karbon yang dihasilkan (b) = 0,39 kg

$$\begin{aligned} \text{yield} &= \frac{b}{a} \times 100\% \\ &= \frac{0,39 \text{ kg}}{1,67 \text{ kg}} \times 100\% \\ &= 23,35\% \end{aligned}$$

### LI.2 Analisa Kadar Air

#### 1) Aktivator H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>

Berat cawan konstan = 18,4897 g

Berat karbon (w) = 1,0025 g

Berat cawan konstan + karbon (w<sub>1</sub>) = 19,4922 g

Berat cawan + karbon setelah pemanasan (w<sub>2</sub>) = 19,4568 g

$$\begin{aligned} \% \text{ kadar air} &= \frac{(w_1 - w_2)}{w} \times 100\% \\ &= \frac{(19,4922 - 19,4568) \text{ g}}{1,0025 \text{ g}} \times 100\% \\ &= 3,53\% \end{aligned}$$

#### 1) Aktivator KOH

Berat cawan konstan = 19,7464 g

Berat karbon (w) = 1,0014 g

Berat cawan konstan + karbon (w<sub>1</sub>) = 20,7478 g

Berat cawan + karbon setelah pemanasan (w<sub>2</sub>) = 20,7083 g

$$\begin{aligned}
 \% \text{ kadar air} &= \frac{(w_1 - w_2)}{w} \times 100\% \\
 &= \frac{(20,7478 - 20,7083) \text{ g}}{1,0014 \text{ g}} \times 100\% \\
 &= 3,94\%
 \end{aligned}$$

### LI.3 Analisa Kadar Abu

#### 1) Aktivator H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>

Berat cawan konstan (w<sub>1</sub>) = 20,1781 g

Berat karbon (w) = 2,0037 g

Berat cawan + karbon setelah pengabuan (w<sub>2</sub>) = 20,4246 g

$$\begin{aligned}
 \% \text{ kadar abu} &= \frac{(w_2 - w_1)}{w} \times 100\% \\
 &= \frac{(20,4246 - 20,1781) \text{ g}}{2,0037 \text{ g}} \times 100\% \\
 &= 12,3\%
 \end{aligned}$$

#### 2) Aktivator KOH

Berat cawan konstan (w<sub>1</sub>) = 19,5846 g

Berat karbon (w) = 2,0014 g

Berat cawan + karbon setelah pengabuan (w<sub>2</sub>) = 19,6423 g

$$\begin{aligned}
 \% \text{ kadar abu} &= \frac{(w_2 - w_1)}{w} \times 100\% \\
 &= \frac{(19,6423 - 19,5846) \text{ g}}{2,0014 \text{ g}} \times 100\% \\
 &= 2,88\%
 \end{aligned}$$

### LI.4 Analisa Bagian Yang Hilang Pada Pemanasan 950°C

#### 1) Aktivator H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>

Berat cawan konstan = 20,1797 g

Berat karbon = 1,0021 g

$$\begin{aligned}
 \text{Berat cawan + karbon (w}_1\text{)} &= 21,1818 \text{ g} \\
 \text{Berat cawan + karbon setelah pemanasan (w}_2\text{)} &= 20,7201 \text{ g} \\
 \% \text{ Bagian yang hilang pada pemanasan } 950^\circ\text{C} &= \frac{(w_1 - w_2)}{w_1} \times 100\% \\
 &= \frac{(21,1818 - 20,7201) \text{ g}}{21,1818 \text{ g}} \times 100\% \\
 &= 2,18\%
 \end{aligned}$$

2) Aktivator KOH

$$\begin{aligned}
 \text{Berat cawan konstan} &= 19,5892 \text{ g} \\
 \text{Berat karbon} &= 1,0013 \text{ g} \\
 \text{Berat cawan + karbon (w}_1\text{)} &= 20,5905 \text{ g} \\
 \text{Berat cawan + karbon setelah pengabuan (w}_2\text{)} &= 20,1417 \text{ g} \\
 \% \text{ Bagian yang hilang pada pemanasan } 950^\circ\text{C} &= \frac{(w_1 - w_2)}{w_1} \times 100\% \\
 &= \frac{(20,5905 - 20,1417) \text{ g}}{20,5905 \text{ g}} \times 100\% \\
 &= 2,18\%
 \end{aligned}$$

LI.5 Analisa Daya Serap Iodin

1) Aktivator H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>

$$\text{Berat sampel (w)} = 1,0023 \text{ g}$$

$$\text{Volume titrasi} = 3,5 \text{ mL}$$

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{V_1 - \left( \frac{V_2 \cdot N_2}{N_1} \right) \times 126,93 \times fp}{w} \\
 &= \frac{\left( 10 \text{ ml} - \frac{3,5 \text{ ml} \times 0,1 \text{ N}}{0,1 \text{ N}} \right) \times 126,93 \times 1}{1,0023 \text{ g}} \\
 &= 823,1517 \text{ mg/g}
 \end{aligned}$$

Jadi, daya serap iodin sebesar 823,1517 mg/ 1 g sampel.

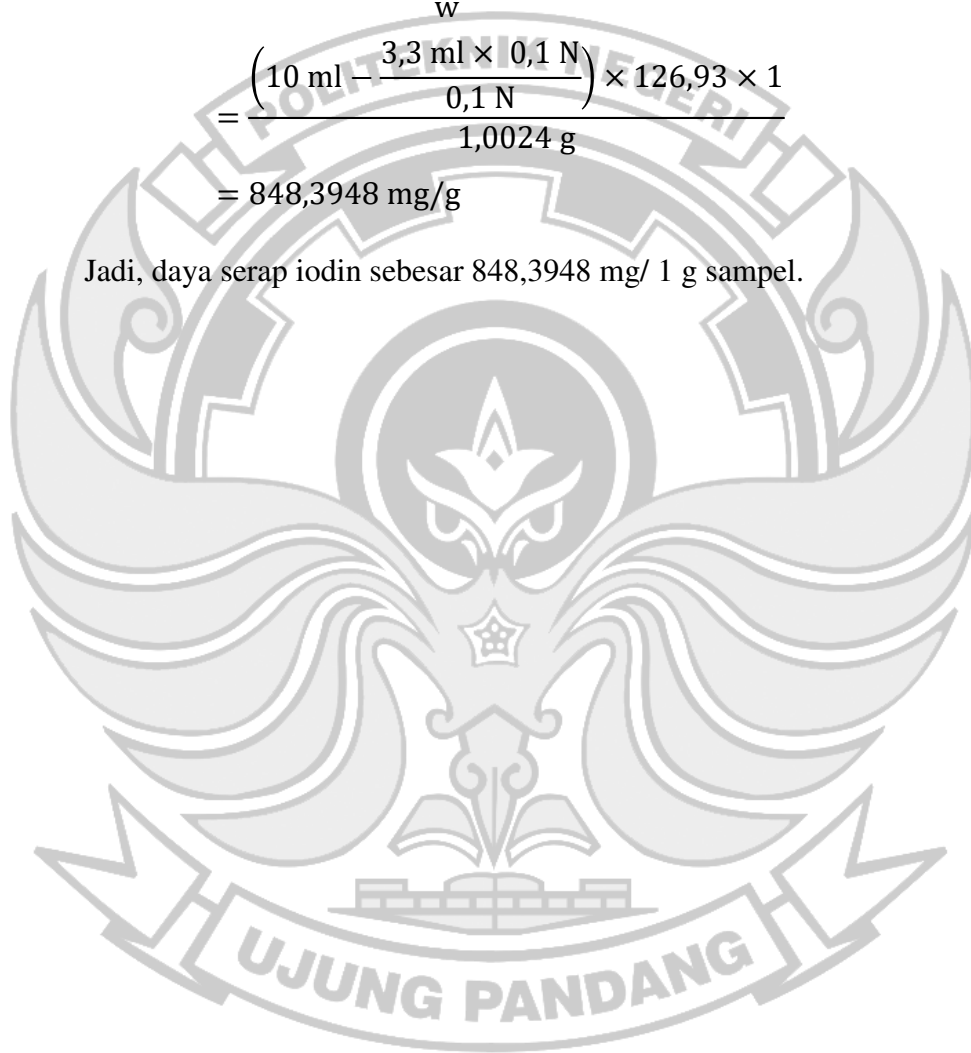
2) Aktivator KOH

Berat sampel (w) = 1,0024 g

Volume titrasi = 3,3 mL

$$I = \frac{V_1 - \left( \frac{V_2 \cdot N_2}{N_1} \right) \times 126,93 \times fp}{w}$$
$$= \frac{\left( 10 \text{ ml} - \frac{3,3 \text{ ml} \times 0,1 \text{ N}}{0,1 \text{ N}} \right) \times 126,93 \times 1}{1,0024 \text{ g}}$$
$$= 848,3948 \text{ mg/g}$$



Jadi, daya serap iodin sebesar 848,3948 mg/ 1 g sampel.



## LI.6 Analisa BET

### 1) Luas Permukaan Dan Volume Pori

#### a. Aktivator H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>

		<b>POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG</b> <small>JURUSAN TEKNIK KIMIA Quantachrome TouchWin v1.2.2</small>				
<b>Report date:</b>	Tue Jul 23 2024	<b>Operator:</b>	Rifai			
<b>Filename:</b>	H3PO4_C.qcuPhysIso					
Analysis Data						
<b>Sample</b>	<b>ID</b>	H3PO4_C	<b>Weight</b>	0.0093g		
	<b>Description</b>					
<b>Analysis</b>	<b>Data ID</b>	{b9e82b7d-a214-450f-8976-56fd8a3a8d59}		<b>Duration</b>	153.5min	
	<b>Operator</b>	Rifai	<b>Date</b>	2024.07.22	<b>Firmware</b>	1.07
	<b>Instrument</b>	St 2 on NOVA touch 2LX [s/n:1050025524]				
	<b>Comments</b>					
	<b>Ambient Temp.</b>	33.58 °C	<b>Void Volume Mode</b>	NOVA mode	<b>Cell ID</b>	6_B
	<b>Cell Type</b>	9mm w/o rod	<b>Thermal Delay</b>	600sec	<b>Po Mode</b>	Measure
<b>Adsorbate</b>	<b>Name</b>	Nitrogen	<b>Molecular Weight</b>	28.013g/mol	<b>Cross Section Area</b>	16.2Å <sup>2</sup> /mol
	<b>Non-ideality</b>	6.580000e-05 1/ Torr	<b>Bath Temperature</b>	77.35K		
<b>Degas information</b>	<b>Type</b>	Vacuum Degassing				
	<b>Operator</b>	Rifai				
	<b>Description</b>					
	<b>Heating</b>	Heat to 60.0 °C at 5.0 °C/min then hold for 30 min Heat to 150.0 °C at 5.0 °C/min then hold for 30 min Heat to 300.0 °C at 10.0 °C/min then hold for 120 min				
Data Reduction Parameters						
<b>Data Reduction Parameters</b>	<b>Thermal Transpiration</b>	no				
	<b>Temp. Comp</b>	no				
	<b>Thickness Method</b>	deBoer				
	<b>P-tags below 0.35</b>	included				
<b>Adsorbate Model</b>	<b>Name</b>	Nitrogen	<b>Molecular Weight</b>	28.0134g	<b>Moving Pt. Average</b>	off
	<b>Bath Temperature</b>	77.35K	<b>Cross Section Area</b>	16.2Å <sup>2</sup> /molec		
Multipoint BET Summary/Results						
<b>Isotherm Branch</b>	Adsorption	<b>Slope</b>	1.00086	<b>Intercept</b>	0.638073	
<b>Correlation coeff., r</b>	0.995493	<b>C constant</b>	2.56856	<b>Surface area</b>	2124.873 m <sup>2</sup> /g	
BET-Multi-point BET						
<b>Relative Pressure</b>	<b>Volume Adsorbed @STP cc/g</b>	<b>1 / [ W((P/Po) - 1) ]</b>				
0.0465382	56.1991	0.6949				
0.0991421	119.639	0.7360				
0.148562	179.446	0.7780				
0.195944	236.194	0.8255				
0.245786	295.847	0.8813				
0.296495	356.449	0.9460				
Average Pore Size Summary/Results						
<b>Average Pore radius</b>	1.6710e+00nm					
Total Pore Volume Summary/Results						
<b>Total Pore Volume</b>	1.7753e+00cc/g	<b>for pores smaller than</b>	16.67 nm (radius)	<b>at relative pressure</b>	0.93886	

b. Aktivator KOH



**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**

JURUSAN TEKNIK KIMIA  
Quantachrome TouchWin v1.2.2



**Report date:** Tue Jul 23 2024      **Operator:** Rifai  
**Filename:** KOH\_C.qcuPhysIso

Analysis Data

**Sample**  
**ID** KOH\_C      **Weight** 0.0053g  
**Description**

**Analysis**  
**Data ID** {78316eeb-f23a-47d5-91ab-de2f64241496}  
**Operator** Rifai      **Date** 2024.07.22      **Duration** 154.5min  
**Instrument** St 1 on NOVA touch 2LX [s/n:1050025524]      **Firmware** 1.07  
**Comments**  
**Ambient Temp.** 33.49 °C      **Void Volume Mode** NOVA mode      **Cell ID** 5\_A  
**Cell Type** 9mm w/o rod      **Thermal Delay** 600sec      **Po Mode** Measure

**Adsorbate**  
**Name** Nitrogen      **Molecular Weight** 28.013g/mol      **Cross Section Area** 16.2Å<sup>2</sup>/molec  
**Non-ideality** 6.580000e-05 1/torr      **Bath Temperature** 77.35K

**Degas information**  
**Type** Vacuum Degassing  
**Operator** Rifai  
**Description**  
**Heating** Heat to 60.0 °C at 5.0 °C/min then hold for 30 min  
Heat to 150.0 °C at 5.0 °C/min then hold for 30 min  
Heat to 300.0 °C at 10.0 °C/min then hold for 120 min

Data Reduction Parameters

**Data Reduction Parameters**  
**Thermal Transpiration** no  
**Temp. Comp** no  
**Thickness Method** deBoer  
**P-tags below 0.35** included      **Moving Pt. Average** off

**Adsorbate Model**  
**Name** Nitrogen      **Molecular Weight** 28.0134g      **Cross Section Area** 16.2Å<sup>2</sup>/molec  
**Bath Temperature** 77.35K

Multipoint BET Summary/Results

**Isotherm Branch** Adsorption      **Slope** 0.747335      **Intercept** 0.465529  
**Correlation coeff., r** 0.993901      **C constant** 2.60535      **Surface area** 2871.317 m<sup>2</sup>/g

BET-Multi-point BET

Relative Pressure	Volume Adsorbed @STP cc/g	1 / [ W((P/Po) - 1) ]
0.0484792	79.7615	0.5111
0.0990455	163.479	0.5380
0.149182	246.867	0.5683
0.198250	325.830	0.6072
0.245979	403.056	0.6476
0.296901	485.040	0.6966

Average Pore Size Summary/Results

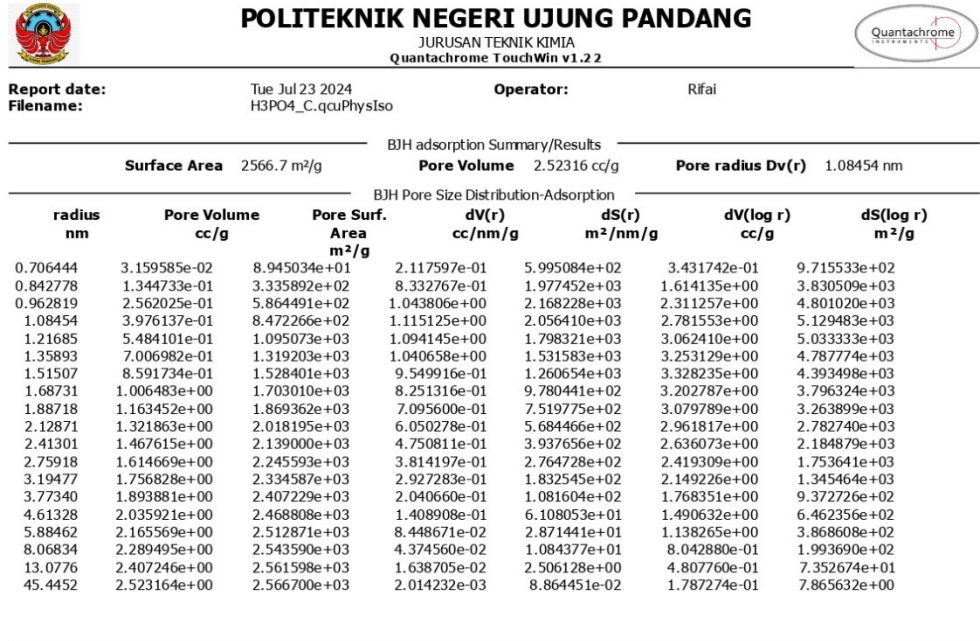
**Average Pore radius** 1.6807e+00nm

Total Pore Volume Summary/Results

**Total Pore Volume** 2.4129e+00cc/g for pores smaller than 16.98nm (radius) at relative pressure 0.94003

## 2) Adsorpsi dan Desorpsi

### a. Aktivator H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>





b. Aktivator KOH



**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**

JURUSAN TEKNIK KIMIA  
Quantachrome TouchWin v1.2.2



**Report date:** Tue Jul 23 2024 **Operator:** Rifai  
**Filename:** KOH\_C.qcuPhysIso

BJH desorption Summary/Results			
<b>Surface Area</b>	3572.73 m <sup>2</sup> /g	<b>Pore Volume</b>	3.47405 cc/g
		<b>Pore radius Dv(r)</b>	1.09149 nm

BJH Pore Size Distribution-Desorption						
radius nm	Pore Volume cc/g	Pore Surf. Area m <sup>2</sup> /g	dV(r) cc/nm/g	dS(r) m <sup>2</sup> /nm/g	dV(log r) cc/g	dS(log r) m <sup>2</sup> /g
0.719314	6.654669e-02	1.850282e+02	4.904175e-01	1.363570e+03	8.098551e-01	2.251743e+03
0.848923	2.176961e-01	5.411252e+02	1.223646e+00	2.882819e+03	2.387656e+00	5.625141e+03
0.969080	3.830055e-01	8.822928e+02	1.415442e+00	2.921208e+03	3.154575e+00	6.510454e+03
1.09149	5.808609e-01	1.244834e+03	1.545298e+00	2.831530e+03	3.879272e+00	7.108192e+03
1.22166	7.783013e-01	1.568067e+03	1.492447e+00	2.443312e+03	4.194105e+00	6.866249e+03
1.36533	9.972602e-01	1.888808e+03	1.412128e+00	2.068548e+03	4.434667e+00	6.496097e+03
1.52270	1.207361e+00	2.164766e+03	1.315782e+00	1.728223e+03	4.609093e+00	6.053845e+03
1.69716	1.423032e+00	2.418921e+03	1.139647e+00	1.343005e+03	4.448960e+00	5.242828e+03
1.90222	1.632877e+00	2.639553e+03	9.500733e-01	9.989110e+02	4.156660e+00	4.370329e+03
2.13880	1.837556e+00	2.830949e+03	8.112683e-01	7.586194e+02	3.990676e+00	3.731693e+03
2.42223	2.038007e+00	2.996458e+03	6.372251e-01	5.261467e+02	3.549058e+00	2.930401e+03
2.77126	2.243958e+00	3.145091e+03	5.370441e-01	3.875809e+02	3.421439e+00	2.469228e+03
3.21414	2.432358e+00	3.262323e+03	3.751035e-01	2.334085e+02	2.770418e+00	1.723895e+03
3.80376	2.614764e+00	3.358232e+03	2.694438e-01	1.416725e+02	2.353673e+00	1.237552e+03
4.66295	2.809764e+00	3.441870e+03	1.872464e-01	8.031249e+01	2.002048e+00	8.587053e+02
5.98829	2.991652e+00	3.502618e+03	1.130239e-01	3.774828e+01	1.549012e+00	5.173456e+02
8.24811	3.156486e+00	3.542586e+03	5.663713e-02	1.373335e+01	1.064397e+00	2.580947e+02
13.6197	3.321017e+00	3.566747e+03	2.100538e-02	3.084560e+00	6.401639e-01	9.400564e+01
51.1601	3.474055e+00	3.572730e+03	2.275721e-03	8.896468e-02	2.236146e-01	8.741757e+00



**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**

JURUSAN TEKNIK KIMIA  
Quantachrome TouchWin v1.2.2



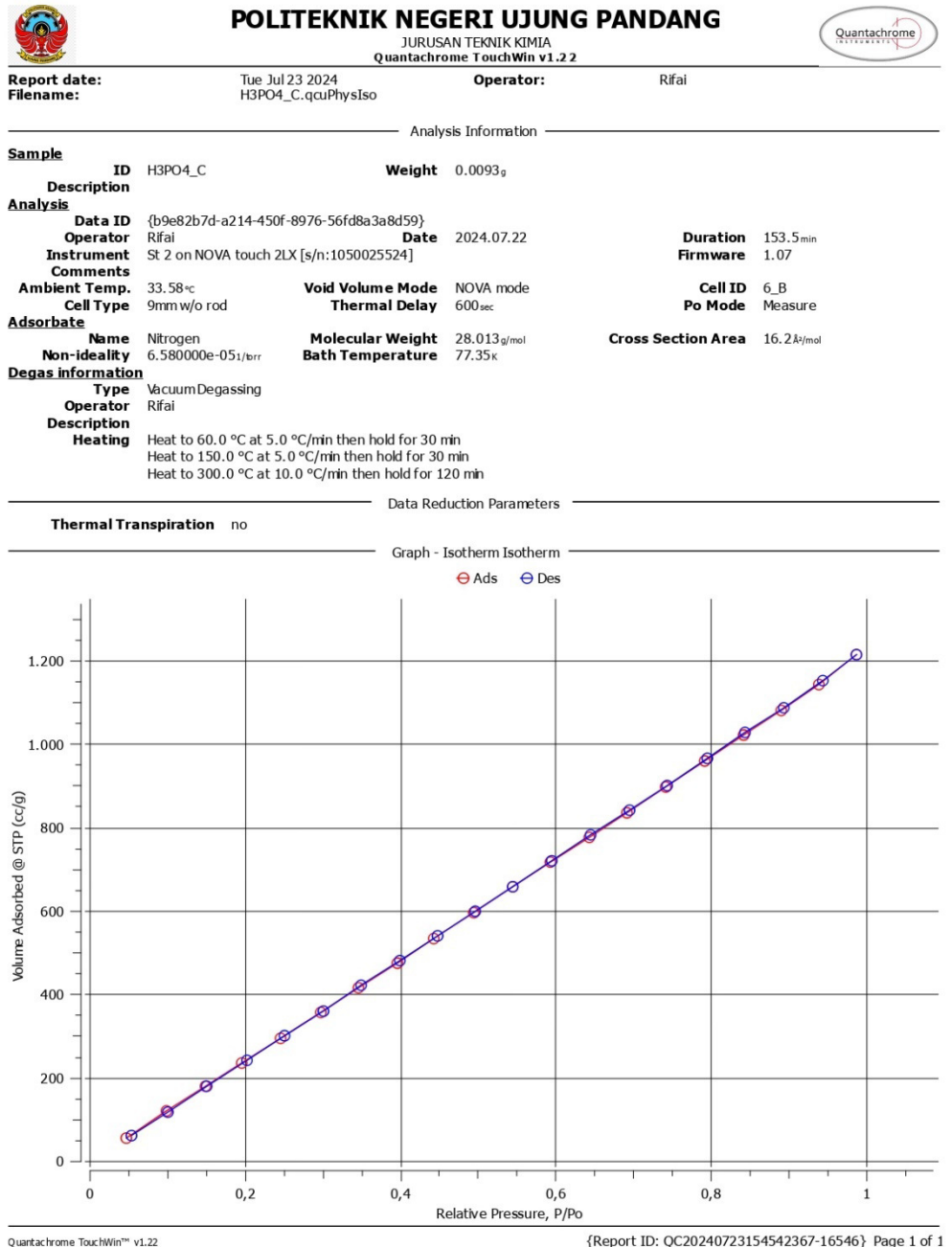
**Report date:** Tue Jul 23 2024 **Operator:** Rifai  
**Filename:** KOH\_C.qcuPhysIso

BJH adsorption Summary/Results			
<b>Surface Area</b>	3503.48 m <sup>2</sup> /g	<b>Pore Volume</b>	3.44188 cc/g
		<b>Pore radius Dv(r)</b>	1.08766 nm

BJH Pore Size Distribution-Adsorption						
radius nm	Pore Volume cc/g	Pore Surf. Area m <sup>2</sup> /g	dV(r) cc/nm/g	dS(r) m <sup>2</sup> /nm/g	dV(log r) cc/g	dS(log r) m <sup>2</sup> /g
0.709474	4.992020e-02	1.407245e+02	3.499538e-01	9.865159e+02	5.697619e-01	1.606153e+03
0.843414	1.980755e-01	4.920474e+02	1.183050e+00	2.805383e+03	2.293293e+00	5.438120e+03
0.966448	3.668607e-01	8.413369e+02	1.396799e+00	2.890581e+03	3.104284e+00	6.424107e+03
1.08766	5.501684e-01	1.178406e+03	1.507729e+00	2.772436e+03	3.772054e+00	6.936113e+03
1.21768	7.535116e-01	1.512391e+03	1.468528e+00	2.412011e+03	4.113034e+00	6.755529e+03
1.35813	9.567309e-01	1.811654e+03	1.426692e+00	2.100960e+03	4.457484e+00	6.564133e+03
1.51357	1.173555e+00	2.098161e+03	1.287358e+00	1.701092e+03	4.481959e+00	5.922380e+03
1.69213	1.386228e+00	2.349528e+03	1.127007e+00	1.332054e+03	4.386578e+00	5.184673e+03
1.89053	1.580778e+00	2.555344e+03	9.349769e-01	9.891183e+02	4.065932e+00	4.301377e+03
2.12491	1.798609e+00	2.760370e+03	8.356219e-01	7.865023e+02	4.083379e+00	3.843350e+03
2.41270	2.000388e+00	2.927634e+03	6.407619e-01	5.311578e+02	3.554658e+00	2.946624e+03
2.76510	2.200561e+00	3.072420e+03	5.134026e-01	3.713448e+02	3.263347e+00	2.360384e+03
3.21114	2.397037e+00	3.194791e+03	3.912342e-01	2.436727e+02	2.886854e+00	1.798022e+03
3.79338	2.577428e+00	3.289899e+03	2.723825e-01	1.436095e+02	2.373090e+00	1.251175e+03
4.62259	2.762010e+00	3.369760e+03	1.852960e-01	8.016985e+01	1.964616e+00	8.500073e+02
5.88730	2.938899e+00	3.429849e+03	1.153602e-01	3.918952e+01	1.554944e+00	5.282368e+02
8.07092	3.106114e+00	3.471287e+03	5.900721e-02	1.462218e+01	1.085228e+00	2.689229e+02
13.2356	3.276028e+00	3.496963e+03	2.266905e-02	3.425464e+00	6.719888e-01	1.015426e+02
50.8837	3.441882e+00	3.503482e+03	2.446203e-03	9.614879e-02	2.375146e-01	9.335584e+00

### 3) Grafik Isotermal

#### a. Aktivator H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>



b. Aktivator KOH



**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**

JURUSAN TEKNIK KIMIA  
Quantachrome TouchWin v1.2.2



**Report date:** Tue Jul 23 2024 **Operator:** Rifai  
**Filename:** KOH\_C.qcuPhysIso

Analysis Information

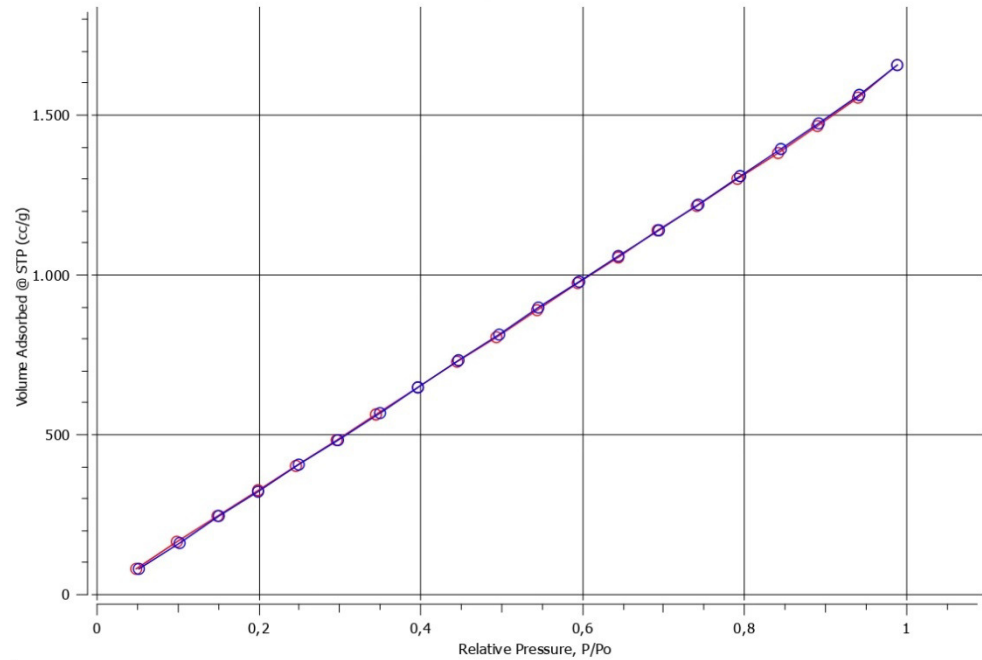
<b>Sample ID</b>	KOH_C	<b>Weight</b>	0.0053g
<b>Description</b>			
<b>Analysis Data ID</b>	{78316eeb-f23a-47d5-91ab-de2f64241496}		
<b>Operator</b>	Rifai	<b>Date</b>	2024.07.22
<b>Instrument</b>	St 1 on NOVA touch 2LX [s/n:1050025524]		
<b>Comments</b>			
<b>Ambient Temp.</b>	33.49°C	<b>Void Volume Mode</b>	NOVA mode
<b>Cell Type</b>	9mm w/o rod	<b>Thermal Delay</b>	600sec
<b>Adsorbate Name</b>	Nitrogen	<b>Molecular Weight</b>	28.013 g/mol
<b>Non-ideality</b>	6.580000e-051/brr	<b>Bath Temperature</b>	77.35K
<b>Degas information Type</b>	Vacuum Degassing		
<b>Operator</b>	Rifai		
<b>Description Heating</b>	Heat to 60.0 °C at 5.0 °C/min then hold for 30 min Heat to 150.0 °C at 5.0 °C/min then hold for 30 min Heat to 300.0 °C at 10.0 °C/min then hold for 120 min		
<b>Duration</b>	154.5min	<b>Cell ID</b>	5_A
<b>Firmware</b>	1.07	<b>Po Mode</b>	Measure
<b>Cross Section Area</b>	16.2 Å <sup>2</sup> /mol		

Data Reduction Parameters

**Thermal Transpiration** no

Graph - Isotherm Isotherm

○ Ads ○ Des



## LI.7 Analisa Adsorpsi

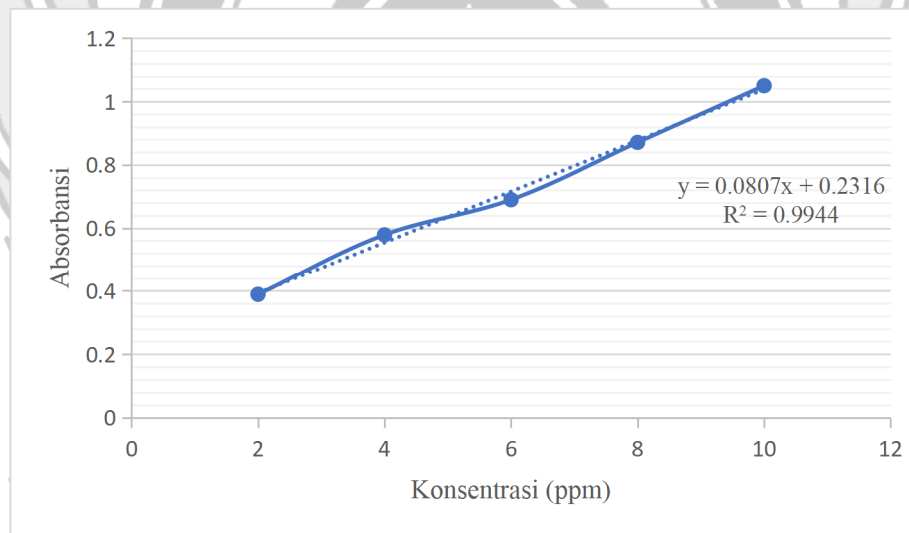
Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
2	0.389
4	0.579
6	0.69
8	0.871
10	1.05
Sampel 1	0,629
Sampel 2	0,602

Keterangan:

Sampel 1 = Adsorpsi menggunakan karbon beraktivator  $H_3PO_4$

Sampel 2 = Adsorpsi menggunakan karbon beraktivator KOH

Berdasarkan data pada tabel diatas, diperoleh grafik berikut:



1) Sampel 1

$$y = 0,0807x + 0,2316$$

$$0,629 = 0,0807x + 0,2316$$

$$0,0807x = 0,629 - 0,2316$$

$$x = \frac{0,3974}{0,0807}$$

$$x = 4,9244$$

Dalam pengukuran absorbansi menggunakan pengenceran 10 kali, maka didapatkan konsentrasi logam Fe dalam larutan sebesar 49,244 ppm.

Efisiensi adsorpsi:

$$\begin{aligned} \%E &= \frac{(C_{awal} - C_{akhir})}{C_{awal}} \times 100\% \\ &= \frac{(200 \text{ ppm} - 49,244 \text{ ppm})}{200 \text{ ppm}} \times 100\% \\ &= 75,38\% \end{aligned}$$

Jadi, adsorpsi menggunakan karbon yang beraktivator  $\text{H}_3\text{PO}_4$  dapat menurunkan konsentrasi logam  $\text{Fe}^{3+}$  sebesar 75,38%.

2) Sampel 2

$$\begin{aligned} y &= 0,0807x + 0,2316 \\ 0,602 &= 0,0807x + 0,2316 \\ 0,0807x &= 0,602 - 0,2316 \\ &= 0,3704 \\ x &= \frac{0,3704}{0,0807} \\ x &= 4,5898 \end{aligned}$$

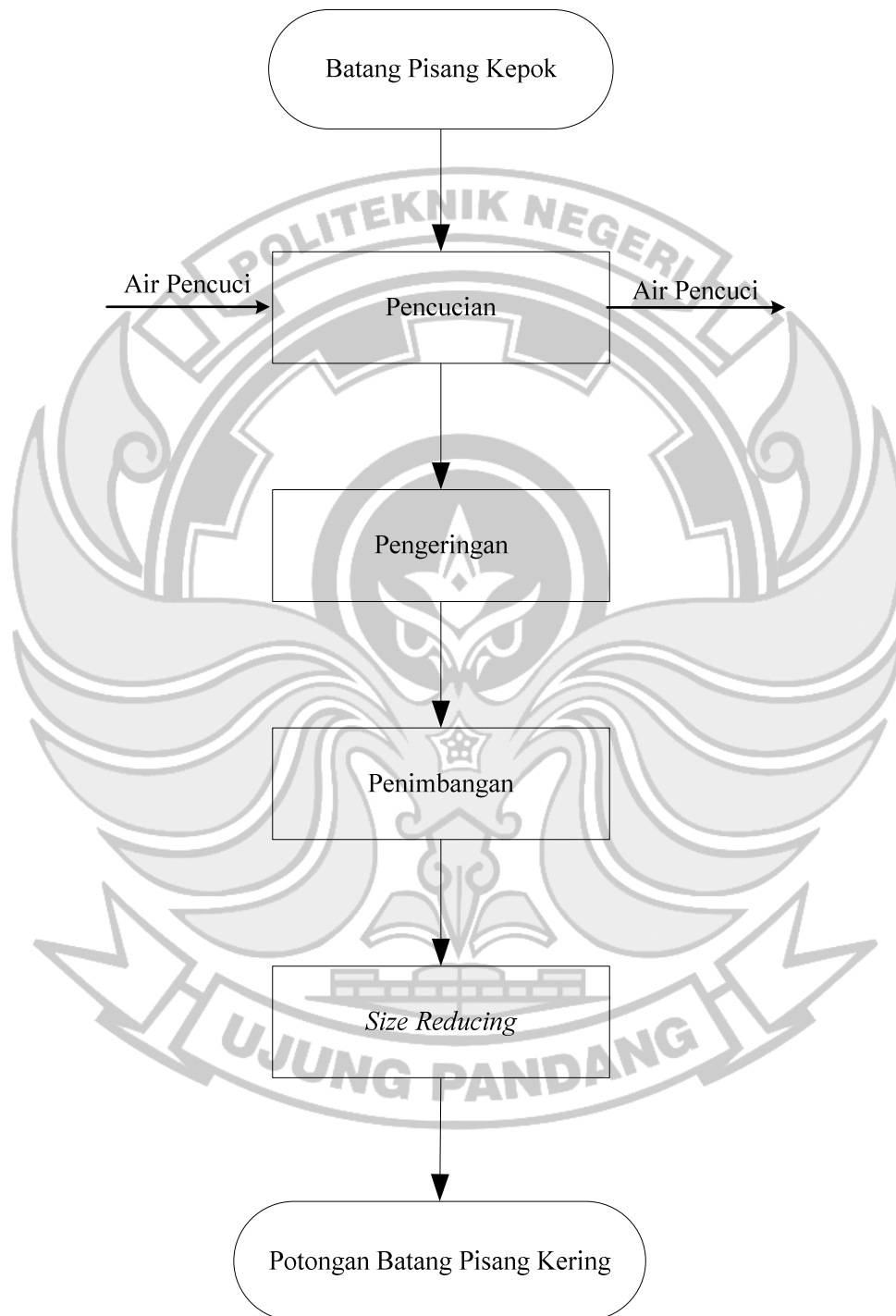
Dalam pengukuran absorbansi menggunakan pengenceran 10 kali, maka didapatkan konsentrasi logam  $\text{Fe}^{3+}$  dalam larutan sebesar 45,898 ppm.

Efisiensi adsorpsi:

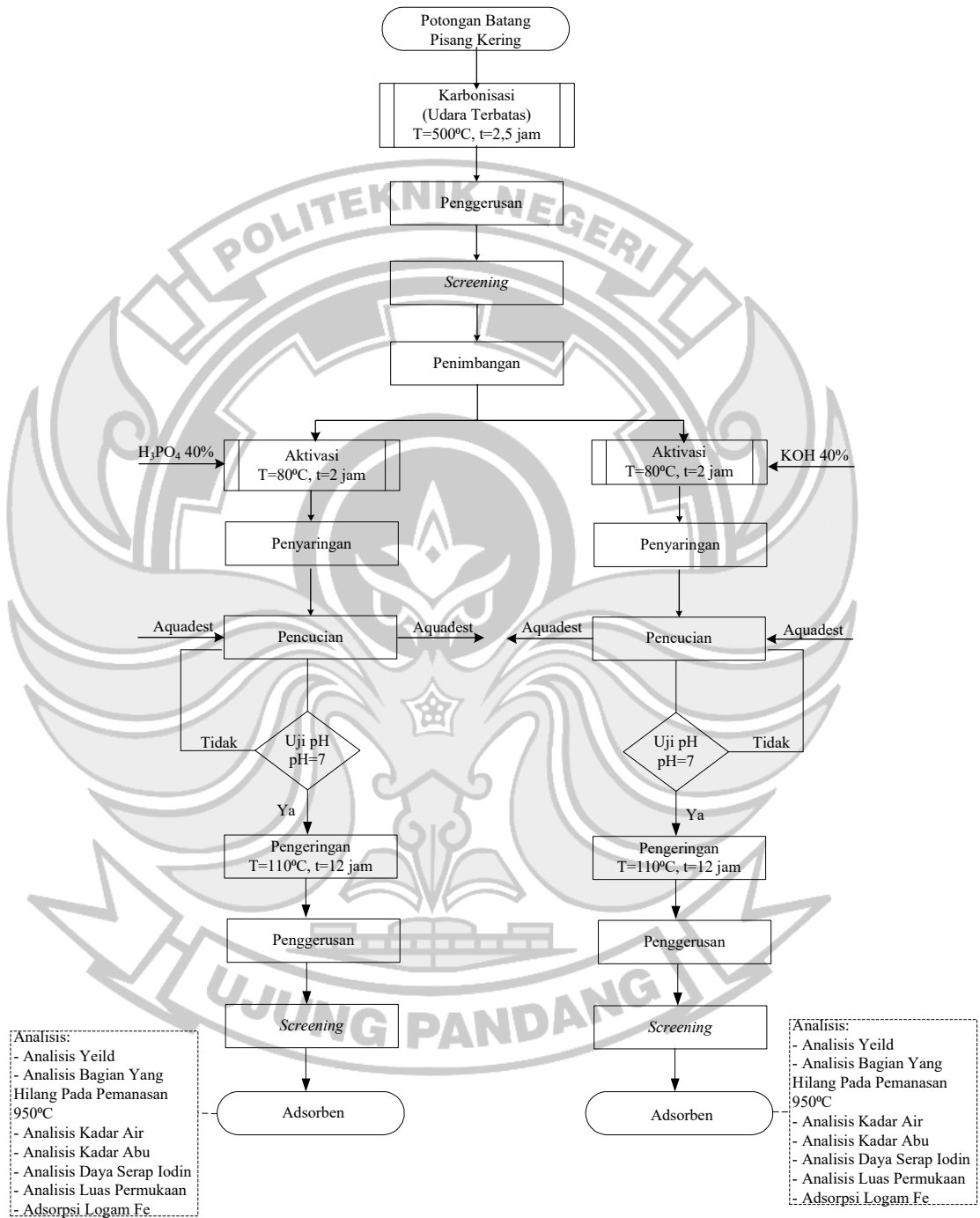
$$\begin{aligned} \%E &= \frac{(C_{awal} - C_{akhir})}{C_{awal}} \times 100\% \\ &= \frac{(200 \text{ ppm} - 45,898 \text{ ppm})}{200 \text{ ppm}} \times 100\% \\ &= 77,05\% \end{aligned}$$

Jadi, adsorpsi menggunakan karbon yang beraktivator KOH dapat menurunkan konsentrasi logam Fe sebesar 77,05%

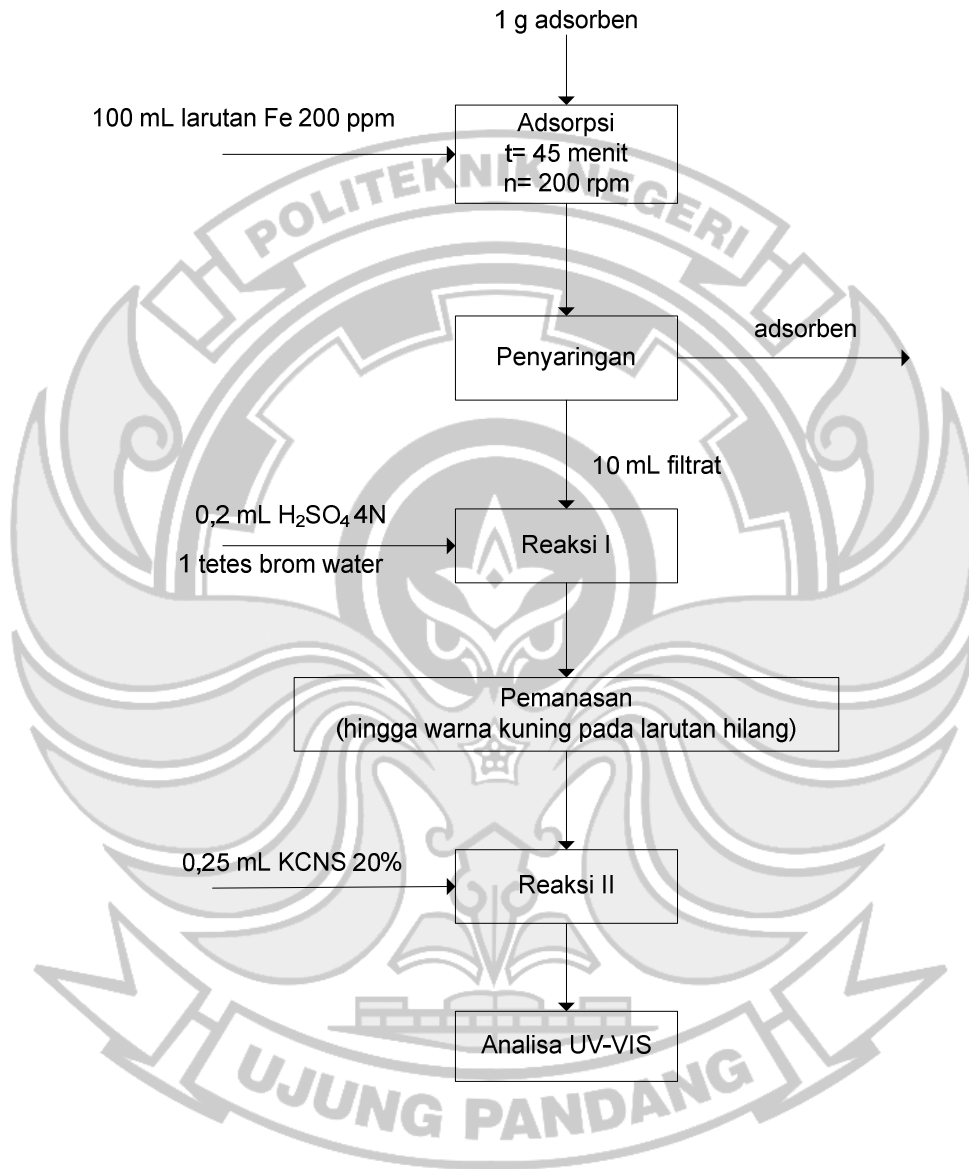
## LII Blok Diagram Preparasi Sampel



### LIII Blok Diagram Pembuatan Adsorben



## LIV Blok Diagram Adsorpsi Logam Fe





## LV Dokumentasi Penelitian



Pengeringan Batang Pisang Dibawah Terik Matahari



Karbonisasi



Karbon Hasil Karbonisasi



Aktivasi



Netralisasi



Analisa Kadar Air



Analisa Kadar Abu



Analisa Bagian Yang Hilang Pada Pemanasan 950°C



Analisa Daya Serap Iodin



Pembuatan Larutan Standar



Adsorpsi Logam Fe



Analisa Fe Menggunakan Spektrofotometer UV-VIS