

**KAJIAN TERMODINAMIKA ADSORPSI KARBON AKTIF  
DARI KULIT PISANG KEPOK TERHADAP ION Cr(VI)**

**SKRIPSI**

**TEKNIK KIMIA**

**Ditujukan untuk memenuhi persyaratan  
Memperoleh gelar Sarjana Teknik**



**LEO YUDA UTAMA  
NIM. 175061100111026**

**SAFRENDIO MEIQTA REZA  
NIM. 175061101111010**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**MALANG**

**2021**



**LEMBAR PENGESAHAN**  
**KAJIAN TERMODINAMIKA ADSORPSI KARBON AKTIF DARI KULIT**  
**PISANG KEPOK TERHADAP ION Cr(VI)**

**SKRIPSI**

**TEKNIK KIMIA**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan  
menperoleh gelar Sarjana Teknik



**LEO YUDA UTAMA**

**NIM 175061100111026**

**SAFRENDIO MEIQTA REZA**

**NIM 175061101111010**

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing  
pada tanggal 21 Juli 2021

Dosen Pembimbing I

Nurul Falqotul Humma, ST., MT.  
NIK. 2016079001252001

Dosen Pembimbing II

A.S. Dwi Saptati Nur Hidayati, ST., MT.  
NIK. 2012018308272001

Mengetahui  
Ketua Jurusan Teknik Kimia  
Fakultas Teknik Universitas Brawijaya



Ir. Moh. Sholichin, MT., Ph.D  
NIP. 19670602199802001



**IDENTITAS TIM PENGUJI**

**JUDUL SKRIPSI** : **KAJIAN TERMODINAMIKA ADSORPSI  
KARBON AKTIF DARI KULIT PISANG  
KEPOK TERHADAP ION Cr(VI)**

**Nama Mahasiswa/NIM** : 1. Leo Yuda Utama / 175061100111026  
2. Safrendio Meiqa Reza / 175061101111010

**Jurusan S1** : Teknik Kimia

**TIM DOSEN PENGUJI**

**Dosen Penguji 1** : Dr. Eng Christina W.K., S.T., M.T.

**Dosen Penguji 2** : Vivi Nurhadianty, S.T., M.T.

**Dosen Penguji 3** : Nurul Faiqotul Himma, S.T., M.T.

**Tanggal Ujian** : 06 Juli 2021

**Sk Penguji** : 1083/UN10.F07/KP/2021



**PERNYATAAN ORISINILITAS SKRIPSI**

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU. No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 21 Juni 2021

Mahasiswa

Leo Yuda Utama

NIM. 175061100111026





UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM SARJANA



## SERTIFIKAT BEBAS PLAGIASI

Nomor : **19/UN10.F07.18/PP/2021**  
Sertifikat ini diberikan kepada :

**LEO YUDA UTAMA**

Dengan Judul Skripsi :

**Kajian Termodinamika Adsorpsi Karbon Aktif dari Kulit Pisang Kepok terhadap Ion Cr(VI)  
(*Thermodynamics Study of Activated Carbon Adsorption from Banana Peel Againsts Cr(VI)  
Ions*)**

Telah dideteksi tingkat plagiasinya dengan kriteria toleransi  $\leq 20\%$ , dan dinyatakan Bebas dari Plagiasi pada tanggal



Ir. Moh. Sholahudin, M.T., Ph.D  
NIP. 19670602 199802 1 001

**PERNYATAAN ORISINILITAS SKRIPSI**

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU. No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 21 Juni 2021

Mahasiswa

Safrendio Meiqta Reza

NIM. 175061101111010





UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM SARJANA



## SERTIFIKAT BEBAS PLAGIASI

Nomor : **19/UN10.F07.18/PP/2021**

Sertifikat ini diberikan kepada :

**LEO YUDA UTAMA**

Dengan Judul Skripsi :

**Kajian Termodinamika Adsorpsi Karbon Aktif dari Kulit Pisang Kepok terhadap Ion Cr(VI)  
(*Thermodynamics Study of Activated Carbon Adsorption from Banana Peel Againsts Cr(VI)  
Ions*)**

Telah dideteksi tingkat plagiasinya dengan kriteria toleransi  $\leq 20\%$ , dan dinyatakan Bebas dari Plagiasi pada tanggal



Ir. Moh. Sholahudin, M.T., Ph.D  
NIP. 19670602 199802 1 001

## RINGKASAN

Leo Yuda Utama dan Safrendio Meiqta Reza, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Juli 2021, *Kajian Termodinamika Adsorpsi Karbon Aktif Dari Kulit Pisang Kepok Terhadap Ion Cr(VI)*, Dosen Pembimbing: Nurul Faiqotul Himma, ST., MT. dan A.S. Dwi Saptati Nur Hidayati, ST., MT.

Industri elektroplating atau industri pelapisan logam merupakan industri yang bertujuan untuk mencegah terjadinya pembentukan karat dan memberikan efek yang mengkilap terhadap besi dan baja. Air limbah industri elektroplating mengandung berbagai jenis ion logam berat seperti ion kromium (Cr), Timbal (Pb), Nikel (Ni), Tembaga (Cu), Seng (Zn), Sianida (CN) dan sebagainya. Kandungan kromium dalam limbah cair salah satu industri elektroplating dalam bentuk ion Cr(VI) dengan kadar sebesar 49,502 mg/L. Berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur No 52 tahun 2014 kandungan maksimal untuk ion Cr(VI) pada industri elektroplating sebesar 0,1 mg/L. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menurunkan kandungan ion Cr(VI) dengan memanfaatkan kulit pisang kepok sebagai karbon aktif.

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh temperatur adsorpsi dan mengkaji parameter termodinamika adsorpsi ion Cr(VI) menggunakan karbon aktif dari kulit pisang kepok teraktivasi  $H_2SO_4$  dengan variasi temperatur yaitu temperatur ruang, 40°C, 50°C, 60°C, dan 70°C.

Hasil yang didapatkan dari penelitian ini yaitu semakin tinggi temperatur adsorpsi maka persentase penyisihan terhadap ion Cr (VI) semakin besar. Pada penelitian ini didapatkan nilai penyisihan optimum pada suhu 70 °C sebesar 99,35% dengan proses adsorpsi selama 45 menit. Sedangkan, kajian parameter termodinamika adsorpsi menghasilkan nilai  $\Delta H^\circ$  dan  $\Delta S^\circ$  masing-masing sebesar +88718,69 J/mol.K dan 298,05 J/mol.K, hal ini menunjukkan bahwa adsorpsi bersifat endoterm dan terjadinya peningkatan keacakan pada *interface* padat/cair. Sedangkan, nilai  $\Delta G^\circ$  yang didapatkan dari setiap suhu menghasilkan nilai negatif yang menunjukkan bahwa adsorpsi berjalan secara spontan.

**Kata Kunci:** Adsorben, Karbon aktif, Kulit pisang kepok, Ion Cr(VI)



## SUMMARY

Leo Yuda Utama dan Safrendio Meiqa Reza, Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, University of Brawijaya, July 2021,

*Thermodynamics Study of Activated Carbon Adsorption from Banana Peel Against Cr(VI) Ions*, Academic supervisor: Nurul Faiqotul Himma, ST., MT. and A.S. Dwi Saptati Nur Hidayati, ST., MT.

The electroplating industry or metal coating industry is an industry that aims to prevent the formation of rust and provide a shiny effect on iron and steel.

Electroplating industrial wastewater contains various types of heavy metal ions which includes chromium (Cr), Lead (Pb), Nickel (Ni), Copper (Cu), Zinc (Zn),

Cyanide (CN) and so on. Chromium content in wastewater from one of the electroplating industries is in the form of Cr(VI) ions with levels of 49,502 mg/L.

Based on East Java Governor Regulation No. 52 of 2014 the maximum content for Cr(VI) ions in the electroplating industry is 0.1 mg/L. One of the strategies that may be used to reduce the content of Cr(VI) ions is by utilizing kepok banana peels as activated carbon.

The motive of this observe became to determine the effect of adsorption temperature and to examine the thermodynamic parameters of the adsorption of Cr(VI) ions using activated carbon from H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> activated kepok banana peels with temperature variations, namely room temperature, 40°C, 50°C, 60°C, and 70°C.

The results obtained from this study are the upper the surface assimilation temperature, the larger the share of removal of Cr (VI) ions. In this study, the optimum removal value at 70°C was 99.35% with an adsorption process of 45 minutes. Meanwhile, the study of adsorption thermodynamic parameters resulted in nilai  $H_0$  and  $S_0$  values of +88718.69 J/mol.K and 298.05 J/mol.K, respectively, this indicates that adsorption is endothermic and there is an increase in randomness at the solid interface. /liquid. Meanwhile, the value of  $G_0$  obtained from each temperature produces a negative value which indicates that the adsorption runs spontaneously.

**Keywords:** adsorbent, activated carbon, kepok banana peel, Cr(VI) ion

## KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji dan syukur penulis penjabatkan kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul "Kajian Termodinamika Adsorpsi Dari Kulit Pisang Kepok Terhadap Ion Cr(VI)" ini sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan studi dan memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik kimia, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.

Skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik berkat doa, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Orang tua yang telah memberikan bantuan baik moril maupun materil dalam mendukung kelancaran penulisan skripsi
2. Nurul Faiqotul Himma, ST.,MT. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan membantu penulis dalam penulisan skripsi
3. A.S. Dwi Saptati Nur Hidayati, ST.,MT selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan membantu penulis dalam penulisan skripsi
4. Agustina, Rahayu, A.Md. selaku PLP Laboratorium Sains di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya yang telah membimbing dan membantu penulis dalam pelaksanaan penulisan skripsi
5. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya atas ilmu dan masukan yang telah diberikan.
6. Seluruh staff Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya yang telah membantu kelancaran penulisan skripsi.
7. Teman-teman mahasiswa Teknik Kimia yang telah mendukung penulis dalam penulisan skripsi.

Penulis mengharapakan kritik dan saran dari semua pihak demi kebaikan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak dan penulis sendiri. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Malang, 21 Juni 2021

Penulis

## Daftar Isi

<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>vi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
2.1 Industri Elektroplating.....	4
2.2 Kromium.....	5
2.3 Tanaman Pisang.....	6
2.3.1 Selulosa.....	7
2.3.2 Hemiselulosa.....	8
2.3.3 Lignin.....	9
2.4 Karbon Aktif.....	10
2.4.1 Pengertian Karbon Aktif.....	10
2.4.2 Proses Pembuatan Karbon Aktif.....	11
2.5 Adsorpsi.....	13
2.5.1 Jenis- Jenis Adsorpsi.....	14
2.5.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Proses Adsorpsi.....	15
2.6 Kajian Termodinamika Adsorpsi.....	16
2.6.1 Entalpi adsorpsi.....	17
2.6.2 Entropi adsorpsi.....	17
2.6.3 Energi bebas adsorpsi.....	17
2.7 Analisa Karakterik Karbon Aktif.....	18

2.7.1	Analisa FTIR.....	18
2.7.2	Analisa X-Ray Fluroscence.....	18
2.8	Analisa Spektrofotometri UV-Vis.....	19
2.9	Penelitian Terdahulu.....	21
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>		<b>23</b>
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian .....	23
3.2	Variabel Penelitian .....	23
3.3	Alat dan Bahan Penelitian .....	23
3.3.1	Alat Penelitian.....	23
3.3.2	Bahan penelitian .....	24
3.3.3	Rangkaian Alat.....	25
3.3.3.1	Karbonisasi.....	25
3.3.3.2	Adsorpsi .....	25
3.4	Prosedur Penelitian.....	26
3.4.1	Persiapan Bahan Baku .....	26
3.4.2	Karbonisasi Kulit Pisang Kepok.....	27
3.4.3	Proses Aktivasi Karbon Kulit Pisang Kepok.....	28
3.4.4	Analisa Karbon dan Karbon Aktif.....	29
3.4.5	Pembuatan Larutan Limbah Sintetik Cr(VI) .....	38
3.4.6	Proses Adsorpsi.....	39
3.4.7	Analisa Spektrofotometer UV-VIS.....	39
3.4.8	Analisa Pengaruh Temperatur Adsorpsi.....	43
3.5	Diagram Alir Penelitian.....	44
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>45</b>
4.1	Karakteristik Karbon dan Karbon Aktif.....	45
4.1.1	Karakteristik Berdasarkan (SNI) 06-3730-1995.....	45
4.1.2	Analisa Pengujian Luas Permukaan dan Daya Serap Terhadap Methylene Blue.....	47
4.1.3	Analisa Fourier Transform Infrared (FTIR).....	48
4.1.4	Analisa X-Ray Fluorescence (XRF).....	49

4.2 Pengaruh Variasi Temperatur Adsorpsi Terhadap Penyisihan Cr (VI).. 50

4.3 Kajian Termodinamika Adsorpsi ..... 52

**BAB V KESIMPULAN DAN SARAN ..... 55**

5.1 Kesimpulan..... 55

5.2 Saran..... 55

**Daftar Pustaka..... 56**



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Distribusi Cr(VI) sebagai Fungsi pH .....	5
Gambar 2.2 Pisang Kepok.....	7
Gambar 2.3 Struktur Selulosa .....	8
Gambar 2.4 Struktur hemiselulosa.....	9
Gambar 2.5 Struktur Lignin .....	9
Gambar 2.6 Skema Tipe Karbon Aktif .....	10
Gambar 2.7 Mekanisme Adsorpsi.....	13
Gambar 3. 1 Rangkaian Alat Proses Karbonisasi .....	25
Gambar 3.2 Rangkaian Alat Proses Adsorpsi .....	25
Gambar 3.3 Diagram Alir Persiapan Bahan Baku .....	26
Gambar 3.4 Diagram Alir Proses Karbonisasi Kulit Pisang Kepok .....	27
Gambar 3.5 Diagram Alir Proses Aktivasi Karbon Kulit Pisang Kepok.....	28
Gambar 3.6 Diagram Alir Analisa Kadar Air .....	30
Gambar 3.7 Diagram Alir Analisa Kadar Abu .....	31
Gambar 3.8 Diagram Alir Analisa Kadar Volatile .....	32
Gambar 3.9 Diagram Alir Proses Pembuatan Larutan Induk Cr(VI) 100 ppm.....	38
Gambar 3.10 Diagram Alir Proses Pembuatan Larutan Kerja Cr(VI) 50 ppm.....	38
Gambar 3.11 Diagram Alir Proses Adsorpsi Ion Cr(VI) .....	39
Gambar 3.12 Diagram Alir Pembuatan Larutan Baku Cr(VI) 0,2 ppm.....	40
Gambar 3. 13 Pembuatan Larutan 1,5-diphenylcarbazine .....	40
Gambar 3.14 Diagram Alir Pembuatan Kurva Kalibrasi.....	41
Gambar 3. 15 Diagram Alir Pembuatan Kurva Kalibrasi.....	42
Gambar 3. 16 Diagram Alir Pengukuran Absorbansi Sampel.....	43
Gambar 3. 17 Diagram Alir Penelitian .....	44
Gambar 4.1 Hasil Analisa FTIR Karbon dan Karbon Aktif.....	48
Gambar 4.2 Grafik Hubungan Temperatur Adsorpsi Terhadap Penyisihan Ion Cr (VI) .....	51
Gambar 4.3 Kurva Hubungan Ln Kc Terhadap 1/T.....	52

**DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1 Baku Mutu Air Limbah Industri Elektroplating ..... 4

Tabel 2.2 Tipe pori pada karbon aktif..... 10

Tabel 2.3 Spektrum Cahaya Tapak dan Warna Komplementer..... 21

Tabel 2.4 Penelitian Terdahulu Tentang Parameter Termodinamika Adsorpsi Ion Logam Cr(VI)..... 21

Tabel 4.1 Hasil Karakterisasi Karbon dan Karbon Aktif Berdasarkan SNI 06-3730-1995..... 45

Tabel 4.2 Hasil Uji Luas Permukaan Daya Serap Terhadap *Methylene Blue*..... 47

Tabel 4.3 Karakteristik FTIR Pada Karbon dan Karbon Aktif Kulit Pisang Kepok..... 49

Tabel 4.4 Karakteristik XRF Pada Karbon dan Karbon Aktif..... 50

Tabel 4.5 Parameter termodinamika adsorpsi ion logam Cr(VI) dengan karbon aktif dari kulit pisang kepok teraktivasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>..... 53

Tabel 4.6 Data Termodinamika adsorpsi ion Cr(VI) pada berbagai adsorben..... 54



# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Industri elektroplating atau industri pelapisan logam merupakan industri yang bertujuan untuk mencegah terjadinya pembentukan karat dan memberikan efek yang mengkilap terhadap besi dan baja. Limbah cair pada industri elektroplating berasal dari proses plating, pembersihan dan pencucian (Mario, 2012). Kandungan dari limbah cair industri elektroplating didominasi oleh jenis ion logam berat seperti ion kromium (Cr), Timbal (Pb), Nikel (Ni), Tembaga (Cu), Seng (Zn), Sianida (CN) dan sebagainya (Sumada, 2006).

Kromium sebagai salah satu limbah logam berat, dalam bentuk Cr(VI) dapat menyebabkan resiko kesehatan karena bersifat toksik dan karsinogenik (Asmadi dkk., 2009). Penelitian Pahlevi, dkk (2013) menyebutkan bahwa kandungan Cr(VI) pada salah satu limbah cair industri elektroplating sebesar 49,502 mg/L. kandungan ion Cr(VI) tersebut melebihi ambang batas dimana baku mutu berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur No 52 tahun 2014 kandungan maksimal untuk Cr(VI) pada industri elektroplating sebesar 0,1 mg/L.

Berbagai metode telah digunakan dalam pengurangan logam berat sebagai zat pencemar seperti metode adsorpsi, *ion-exchange*, *reverse* osmosis, dan pengendapan kimia. Proses adsorpsi dapat terjadi dikarenakan adanya gaya tarik-menarik atom atau molekul pada permukaan suatu padatan yang tidak seimbang. Dimana, gaya tersebut mengakibatkan molekul-molekul lain baik fasa gas atau larutan tertarik menuju permukaan padatan (Nisya, 2021). Metode adsorpsi dengan menggunakan karbon aktif paling umum digunakan karena lebih sederhana, dapat diregenerasi dan biaya relatif murah (Yuliono, 2014).

Bahan baku yang dapat digunakan untuk pembuatan karbon aktif merupakan bahan yang mengandung lignoselulosa (lignin dan selulosa), Yang berasal dari tumbuhan dan hewan (Meilita dan Tuti, 2003). Dengan melalui tiga tahap proses yaitu proses dehidrasi yang bertujuan untuk menghilangkan kandungan air, proses karbonisasi yang bertujuan untuk memecah senyawa organik menjadi senyawa karbon, dan proses aktivasi yang bertujuan untuk memperbesar



pori (Sembiring, 2003). Salah satu bahan baku yang dapat digunakan adalah kulit pisang.

Kulit pisang dipilih sebagai bahan baku karena mengandung selulosa cukup tinggi yaitu 17,36% dan kadar lignin sebesar 15,36% (Hernawati dan Ariyani, 2007). Kabupaten Malang merupakan daerah penghasil pisang yang tertinggi di Jawa Timur (BPS Jawa Timur, 2019). Produksi buah pisang di Kabupaten Malang pada tahun 2018 sebanyak 972.803,2 ton dan pada tahun 2019 sebanyak 979.942,3 ton (BPS Kabupaten Malang, 2020). Buah dan daun pisang adalah bagian yang pemanfaatannya paling besar oleh masyarakat. Bagian lainnya seperti kulit pisang, masih jarang dimanfaatkan masyarakat (Rosdiana, 2009).

Penggunaan kulit pisang sebagai karbon aktif untuk mengadsorpsi ion Cr(VI) telah banyak dikembangkan. Namun, belum pernah ada kajian termodinamika adsorpsi dengan menggunakan karbon aktif dari kulit pisang terhadap ion Cr(VI). Beberapa penelitian kajian termodinamika adsorpsi ion Cr(VI) telah dilaksanakan diantaranya oleh Wahidatun, dkk (2015) menggunakan zeolit alam teraktivasi diperoleh nilai entropi ( $\Delta S^\circ$ ) dan energi entalpi ( $\Delta H^\circ$ ) masing-masing 0,0003093 kJ/mol.K dan -7,89414 kJ/mol. Sedangkan, penelitian yang dilakukan oleh Manik (2008) menggunakan daging buah jambu biji sebagai biosorben didapatkan nilai energi entalpi ( $\Delta H^\circ$ ) sebesar -30,84494 kJ/mol, nilai entropi ( $\Delta S^\circ$ ) -0,07588 kJ/mol.K. Nilai ( $\Delta H^\circ$ ) bernilai negatif menunjukkan proses adsorpsi berlangsung secara eksotermis dan nilai ( $\Delta S^\circ$ ) negatif dapat disamakan dengan berkurangnya derajat kebebasan adsorbat. Kajian termodinamika digunakan untuk menentukan spontanitas dari adsorpsi, sifat interaksi adsorben dan adsorbat pada kesetimbangan, dan kisaran suhu adsorpsi yang menguntungkan.

Bedasarkan latar belakang diatas, maka dilakukan penelitian kajian termodinamika adsorpsi karbon aktif dari kulit pisang teraktivasi  $H_2SO_4$  terhadap ion Cr(VI) dengan variasi temperatur.

## 1.2 Rumusan Masalah

Bedasarkan dari latar belakang yang telah dijelaskan tersebut maka permasalahan yang perlu dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi temperatur adsorpsi oleh karbon aktif dari kulit pisang kepek terhadap penyisihan ion Cr(VI)?

2. Berapakah nilai parameter termodinamika adsorpsi karbon aktif yang berasal dari kulit pisang kepok terhadap ion Cr(VI)?

### 1.3 Batasan Masalah

Bedasarkan permasalahan yang telah dirumuskan, pada penelitian ini dibatasi oleh beberapa masalah berikut:

1. Kulit pisang yang digunakan merupakan kulit pisang kepok yang didapatkan dari daerah Gedangan, Kabupaten Malang.
2. Limbah cair yang akan diuji adalah limbah sintesis untuk mewakili limbah cair industri elektroplating yang dibuat dari larutan potassium dikromat ( $K_2Cr_2O_7$ ) dengan konsentrasi 50 ppm.
3. Proses Adsorpsi dilakukan secara *batch*.
4. Aktivator yang digunakan adalah  $H_2SO_4$  dengan konsentrasi 2 M.
5. Parameter termodinamika yang dikaji adalah nilai entalpi adsorpsi standar ( $\Delta H^\circ$ ), nilai entropi adsorpsi standar ( $\Delta S^\circ$ ), dan nilai energi bebas adsorpsi standar ( $\Delta G^\circ$ )

### 1.4 Tujuan Penelitian

Bedasarkan latar belakang dan masalah yang telah dikemukakan, maka tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh dari temperatur adsorpsi oleh karbon aktif yang berasal dari kulit pisang kepok terhadap penyisihan ion Cr(VI).
2. Mengetahui nilai parameter termodinamika adsorpsi karbon aktif dari kulit pisang terhadap ion Cr(VI).

### 1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan agar memberikan pengetahuan dan data baru serta dapat bermanfaat untuk masalah lingkungan, pendidikan, dan bidang lainnya yang berkaitan dengan pengolahan limbah cair. Penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan alternatif pengolahan limbah cair industri elektroplating menggunakan karbon aktif dari kulit pisang.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Industri Elektroplating

Industri elektroplating merupakan suatu industri pelapisan logam yang dilakukan secara elektrolitik dengan cara mengendapkan logam pelapis pada logam atau plastik yang pada prosesnya dapat menghasilkan limbah berupa logam berat (Pahlevi, dkk. 2017). Tujuan dari pelapisan logam adalah untuk meningkatkan ketahanan terhadap korosi, sifat mekanis dan sifat dekoratif logam dasar (Anggraeni, 2010).

Karakteristik dari limbah cair yang dihasilkan oleh salah satu industri pelapisan krom yaitu 75900 mg/L Cr; 49,502 mg/l Cr<sup>6+</sup>; 777 mg/L Cu, 18610 mg/L Fe, dan 92,5 mg/L Mn (Pahlevi, dkk. 2017). Sedangkan, pada Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 52 Tahun 2014 baku limbah cair industri elektroplating memiliki ketentuan seperti yang tertera pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Baku Mutu Air Limbah Hasil Industri Elektroplating

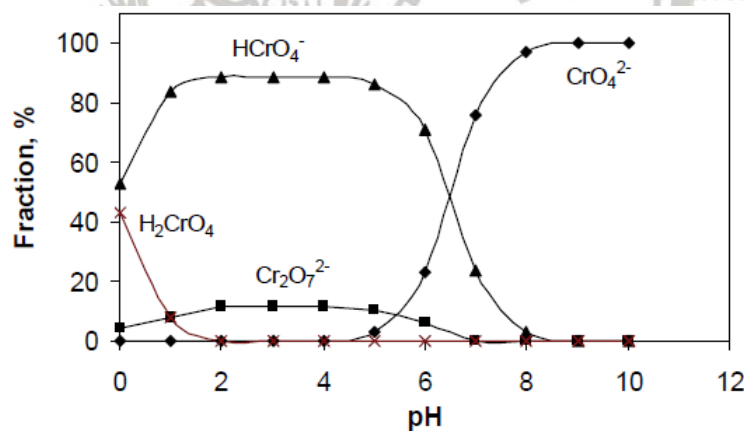
Volume Limbah Cair Maximum 20 L per m <sup>2</sup> produk yang dilapisi	
Parameter	Kadar Maksimum (mg/l)
TSS	20
Sianida Total (CN) tersisa	0,2
Krom Total (Cr)	0,5
Krom Heksavalen (Cr <sup>6+</sup> )	0,1
Tembaga (Cu)	0,6
Seng (Zn)	1,0
Nikel (Ni)	1,0
Kadmium (Cd)	0,05
Timbal (Pb)	0,1
pH	6,0 – 9,0

Sumber: Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 52 (2014)

## 2.2 Kromium

Kromium yang dilambangkan oleh Cr memiliki nomor atom 24 dan berat atom 51,996 merupakan unsur logam berat yang termasuk golongan transisi (Asmadi dkk., 2009). Logam kromium merupakan logam berat yang berwarna abu-abu, tidak teroksidasi pada suhu tinggi, mengkilat, keras, bersifat paramagnetik, dan memiliki bentuk senyawa-senyawa berwarna (Berniyanti, 2020). Kromium memiliki konfigurasi elektron  $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2,$  dan  $3d^4$  dengan bilangan oksidasi terpentingnya yaitu +2, +3, dan +6. Bilangan oksidasi tersebut disebut penting, karena pada lingkungan senyawa kromium yang ditemukan hanya menyangkut bilangan oksidasi +2, +3, dan +6 (Asmadi dkk., 2009).

Sifat kimia ion Cr(VI) bergantung pada pH larutan serta konsentrasi. Pada nilai pH di bawah 1, senyawa Cr(VI) didominasi dalam bentuk  $H_2CrO_4$  (Asam kromik). Kemudian pH antara 2 dan 6, ion  $Cr_2O_7^{2-}$  dan  $HCrO_4^-$  berada pada kesetimbangan. Sedangkan, pada kondisi basa (pH > 8) senyawa krom hadir dalam bentuk  $CrO_4^{2-}$  (anion kromat) (Javadian *et al.*, 2013).



Gambar 2.1 Distribusi Cr(VI) sebagai Fungsi pH

Sumber: Balan *et al.*, (2013)

Sumber keberadaan kromium di lingkungan banyak disumbang oleh *resources* alami dan antropogenik. Industri penghasil kromium terbesar adalah industri fasilitas penyamakan kulit, pengolahan logam, produksi kromat, pengelasan ferokrom, *stainless steel*, dan produksi pigmen kromat (Berniyanti, 2020).

Kromium dapat dipakai sebagai bahan pelapisan pada berbagai peralatan dan dapat juga dibentuk menjadi *alloy*. Pemanfaatan senyawa logam kromium

banyak digunakan pada industri seperti litografi, sebagai bahan peledak, penyamakan, tekstil, fotografi, pencelupan, zat warna, dan sebagai geretan (korek api) (Berniyanti, 2020).

Kromium dapat mengakibatkan kerusakan dalam sistem tubuh jika terakumulasi secara berlebihan (Berniyanti, 2020). Efek toksisitas kromium dapat mengakibatkan gangguan pada saluran pernafasan, ginjal, dan hati, serta dapat mengakibatkan dermatitis dan kanker jika kontak dengan kulit (Asmadi dkk., 2009).

Daya racun dari logam kromium ditentukan oleh valensi ion-ionnya. Ion logam  $\text{Cr}^{6+}$  memiliki sifat racun yang lebih tinggi dibandingkan ion logam  $\text{Cr}^{3+}$  dan  $\text{Cr}^{2+}$ . Daya racun dari logam kromium dapat menghalangi kinerja enzim pada proses fisiologi atau metabolisme tubuh yang menyebabkan terputusnya rangkaian metabolisme. Ion logam  $\text{Cr}^{6+}$  dapat menghambat kerja enzim benzopiren hidrosilase, menyebabkan bertumbuhnya sel secara liar atau lebih dikenal dengan istilah kanker. Sehingga, kromium dikelompokkan ke dalam logam yang bersifat karsinogenik (Asmadi dkk., 2009).

### 2.3 Tanaman Pisang

Secara garis besar tanaman pisang dapat dibedakan menjadi pisang berserat, pisang hias dan pisang buah (*Musa paradisiaca*) (Suhardi et al., 2002). Indonesia adalah negara yang menghasilkan pisang terbesar nomor tiga di dunia (Food and Agriculture Organization FAO, 2019). Kabupaten Malang merupakan daerah penghasil pisang yang tertinggi di Jawa Timur (BPS Jawa Timur, 2019). Produksi buah pisang di Kabupaten Malang pada tahun 2018 sebanyak 972.803,2 ton dan pada tahun 2019 sebanyak 979.942,3 ton (BPS Kabupaten Malang, 2020).

Pisang Kepok di Kabupaten Malang merupakan jenis pisang yang paling banyak dibudidayakan bersama Pisang Tanduk bahkan sangat banyak tumbuh liar di daerah hutan bagian pesisir pantai selatan Malang. Buah Pisang Kepok sangat mudah dikenali karena berbentuk sedikit pipih dan ujung yang kotak atau bersegi. Ukuran buahnya pendek, dengan panjang 10-12 cm dan beratnya 80-120 g. Memiliki kulit yang tebal dengan warna kuning kehijauan dan sebagian kecil terdapat noda cokelat (Purba, 2010).



Gambar 2.2 Pisang Kepok

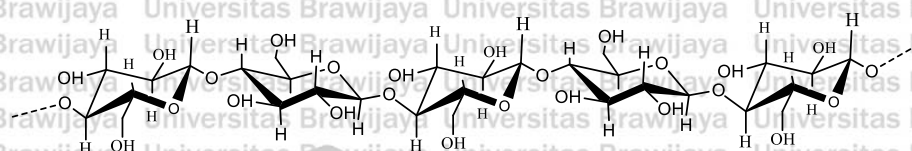
Buah dan daun pisang merupakan bagian tanaman pisang yang paling banyak dimanfaatkan. Bagian yang lain, seperti kulit pisang, masih jarang dimanfaatkan masyarakat. Sebagian masyarakat memanfaatkan kulit pisang hanya sebagai pakan ternak, dan sebagian besar hanya dijadikan sampah (Rosdiana, 2009). Kulit pisang dapat dikonversi menjadi karbon aktif karena mengandung selulosa cukup tinggi yaitu 17,36% dan kadar lignin sebesar 15,36% (Hernawati dan Ariyani, 2007).

### 2.3.1 Selulosa

Selulosa adalah makromolekul dari polisakarida yang tersusun atas D-glukosa dalam bentuk  $\beta$ -1,4-glikosidik. Berat kisaran molekul selulosa antara 50.000 sampai 2.500.000, yang memiliki nilai molekul setara dengan 300 sampai 15.000 gugus glukosa (Zhang, 2018). Selulosa secara alami terbentuk karena adanya rantai glukosa yang saling terikat satu sama lain sehingga membentuk daerah kristalin dan non kristalin yang dirangkai menjadi struktur orde tinggi seperti mikrofibril. Selulosa umumnya diperoleh dalam bentuk kristal yang memiliki rantai glukosa berikatan sejajar satu sama lain (Brown dan Saxena, 2007). Selulosa memiliki kandungan karbon secara teoritis sebesar 44,4% (Kumar, 2018).

Sifat fisik dan bentuk dari senyawa selulosa bergantung pada gugus hidroksil pada setiap monomer glukosa dan kemampuan dalam membentuk ikatan hidrogen (Mittal, 2016). Pemanasan pada selulosa menyebabkan terjadi penurunan derajat polimerisasi pada selulosa. Dalam banyak contoh, terjadinya hidrolisis dan degradasi selulosa akibat dari pengaruh suhu. Pada suhu 25°-150°C mulai terjadi dekomposisi pada selulosa, dimana penyerapan air selulosa secara

fisik mulai mengalami desorpsi; pada 150°-240°C, struktur selulosa mulai mengalami dehidrasi pada suhu 240°-400°C ikatan glikosidik dalam struktur selulosa terjadi pemutusan, dan mulai pecahnya beberapa ikatan seperti C-O dan C-C juga dan menghasilkan beberapa produk baru dan senyawa volatil dengan berat molekul rendah; di atas 400°C terjadi siklisasi aromatik sisa dari struktur selulosa dan struktur grafit akan terbentuk secara bertahap. (Zhang, 2018).

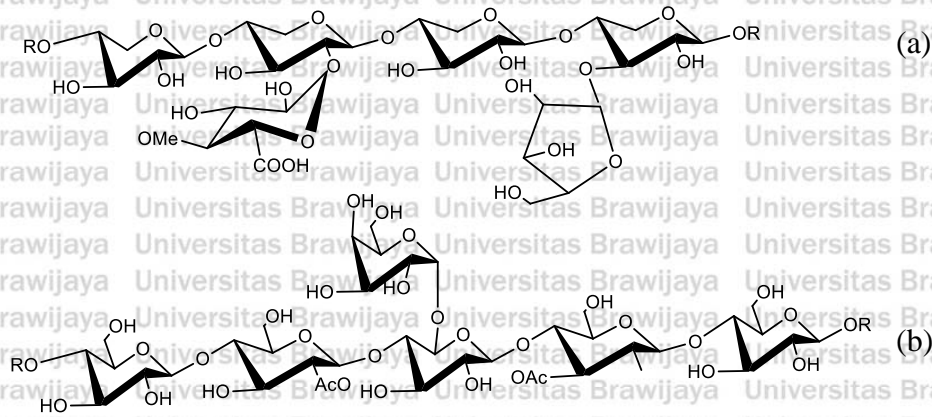


Gambar 2.3 Struktur Selulosa

Sumber : Yuanisa (2015)

### 2.3.2 Hemiselulosa

Hemiselulosa merupakan polisakarida yang tersusun dari bermacam-macam jenis diantaranya glukosa, mannosa, galaktosa (heksosan), xilosa dan arabinosa (pentosan) (Uspaningsih, 2007). Hemiselulosa memiliki berat molekul lebih kecil dari selulosa dengan rantai utama dapat terdiri dari satu jenis monomer (homopolimer), seperti xilan, atau dapat juga terdiri dari dua jenis atau lebih monomer (heteropolimer), seperti glukomannan. Hemiselulosa tersusun dari monomer seperti D-glukosa, D-manose, L-arabinose, D-glucuronic acid, asam 4-metoksi-D-galakturonat dan asam D-glukuronat. Massa molekul hemiselulosa relatif kecil, dan derajat polimerisasi umumnya sekitar 200 serta merupakan polimer karbohidrat yang tidak berwarna dan relatif stabil (Zhang, 2018).

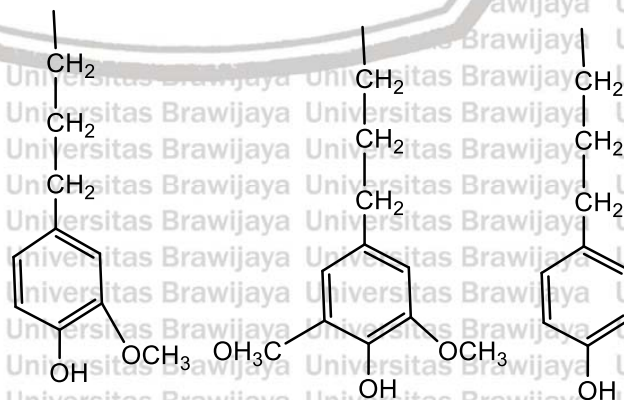


Gambar 2.4 Struktur hemiselulosa

Sumber: Kumar (2018).

### 2.3.3 Lignin

Lignin memiliki warna kecoklatan, dan dapat teroksidasi lebih mudah merupakan polimer berkadar aromatik-fenolik yang tinggi. Lignin memiliki fungsi untuk merekatkan selulosa dan hemiselulosa (Sun and Cheng, 2002). Kandungan karbon pada lignin berkisar (60-66%) dan kandungan hidrogennya sekitar (5-6,5%), hal ini menunjukkan lignin merupakan senyawa aromatik. Gugus aromatik pada lignin terdiri dari dua sampai tiga karbon yang dihubungkan oleh rantai alifatik. Lignin memiliki banyak gugus polar, terutama gugus hidroksil, yang menghasilkan ikatan hidrogen intramolekul dan intermolekul yang kuat. Hal ini membuat lignin tidak dapat larut pada kebanyakan pelarut. Untuk memisahkan lignin dapat dilakukan dengan cara kondensasi atau degradasi, cara tersebut bertujuan mengubah sifat fisika seperti kelarutan pada suatu pelarut (Zhang, 2018).



Gambar 2.5 Struktur Lignin

Sumber : Zhang, (2018).



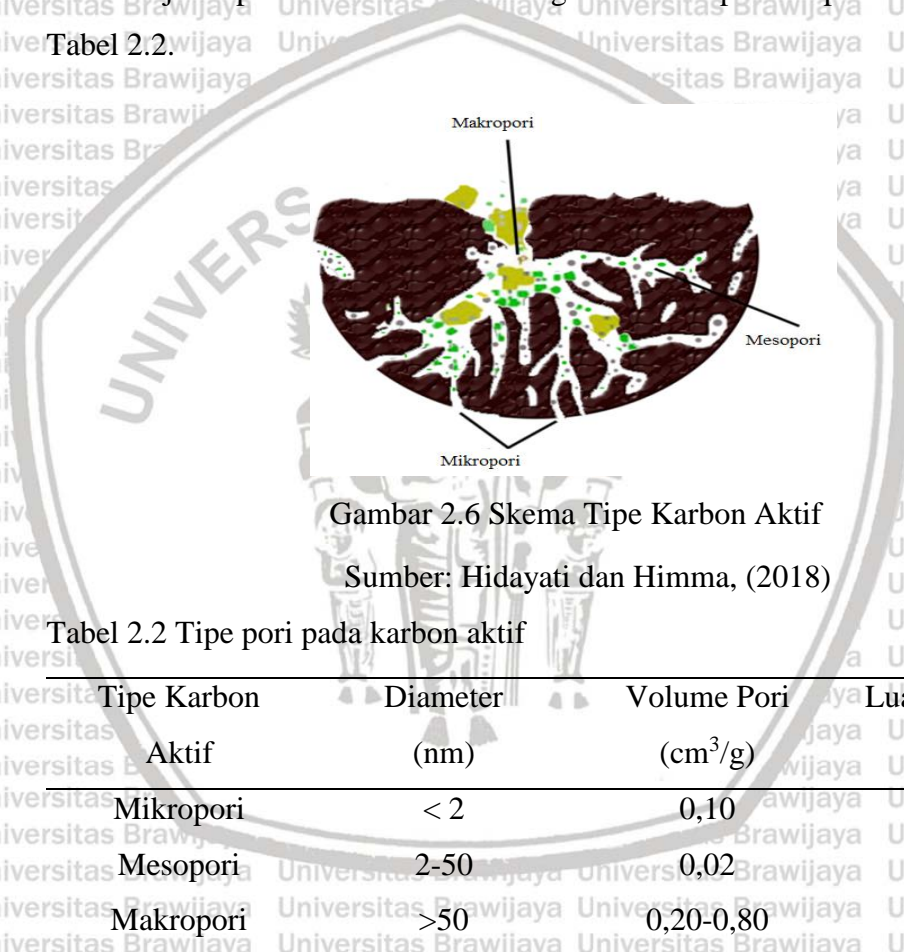
## 2.4 Karbon Aktif

### 2.4.1 Pengertian Karbon Aktif

Karbon aktif adalah padatan yang berasal dari bahan yang kaya akan karbon yang telah melalui proses pengolahan secara khusus sehingga didapatkan daya adsorpsi tinggi. Karbon aktif memiliki kemampuan untuk mengadsorpsi senyawa kimia tertentu, hal ini dapat terjadi dikarenakan sifat selektivitasnya (Abdi, 2015).

Klasifikasi tipe ukuran pori karbon aktif dibedakan menjadi tiga jenis ukuran pori yaitu mikropori, mesopori, dan makropori. Secara skematis tipe ukuran pori karbon aktif disajikan pada Gambar 2.6. Sedangkan untuk tipe dari pori ditunjukkan pada

Tabel 2.2.



Gambar 2.6 Skema Tipe Karbon Aktif

Sumber: Hidayati dan Himma, (2018)

Tabel 2.2 Tipe pori pada karbon aktif

Tipe Karbon Aktif	Diameter (nm)	Volume Pori (cm <sup>3</sup> /g)	Luas Permukaan (m <sup>2</sup> /g)
Mikropori	< 2	0,10	600-1900
Mesopori	2-50	0,02	20-70
Makropori	>50	0,20-0,80	0,5-2

Sumber: Radovic (2012)

Karbon aktif adalah adsorben yang sering dipakai karena biaya yang relatif murah. Pemanfaatan karbon aktif biasa digunakan untuk pengolahan air minum, pemisahan gas, pemulihan kondisi pelarut, tempat penyimpanan gas dan penghilangan senyawa berbahaya seperti logam berat, kafein, serta klorin pada gas atau cairan (Aktas, 2007). Alasan penggunaan dari karbon aktif dikarenakan luas

permukaan internal dari karbon aktif yang sangat besar, yang umumnya dalam ukuran mikropori. Untuk berbagai aplikasi, seperti penghilangan kotoran dari gas dan cairan, struktur mikropori memberikan kapasitas adsorpsi yang besar dan daya adsorpsi yang tinggi (Rouquerol dkk. 2013). Baku mutu karbon aktif diatur oleh SNI 06-3730- 1995, seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Baku mutu karbon aktif menurut SNI 06-3730- 1995

No.	Uraian	Satuan	Persyaratan	
			Butiran	Serbuk
1	Kadar air	%	Maks. 4,5	Maks. 15
2	Kadar abu	%	Maks. 2,5	Maks. 10
3	Kadar zat volatile	%	Maks. 15	Maks. 25
4	Kadar karbon terikat	%	Maks. 80	Maks. 65
5	Daya serap iodin	mg/g	Min. 70	Min. 70
6	Daya serap metilen biru	mg/g	Min. 60	Min. 120

#### 2.4.2 Proses Pembuatan Karbon Aktif

Karbon aktif dibuat melalui dua tahapan utama yaitu karbonisasi bahan baku dan aktivasi karbon. Karbonisasi atau yang dapat disebut proses pirolisis lambat, merupakan dekomposisi termal pada temperatur 400-600°C dengan lingkungan tanpa adanya oksigen atau oksigen yang ada terbatas (Yuan, 2017). Proses karbonisasi memerlukan temperatur tinggi dan merupakan proses yang lama (Basu, 2018). Dalam Proses karbonisasi pirolisis, bahan baku dipanaskan dengan temperatur berkisar antara 400 - 800°C tanpa adanya oksigen. Senyawa organik yang mudah menguap dari bahan baku akan terlepas secara termal dan atom karbon akan berikatan untuk meluruskan kembali sehingga terbentuk banyak struktur kristalin. Produk karbon dalam proses ini dipengaruhi oleh bahan baku yang digunakan (Chowdhury, 2013). Tahapan proses karbonisasi suatu biomassa dibagi menjadi lima tahap menurut Babu (2008):

- Temperatur 110-200°C : Penghilangan kandungan ais, pemutusan rantai biomassa, pembentukan gugus karbonil, karboksil, dan hidroperoksida.
- Temperatur 200-260 °C : Penguraian hemiselulosa
- Temperatur 240-350°C : Penguraian selulosa

- Temperatur 280-500 °C : Penguraian lignin
- Temperatur diatas 500-1000 °C.: Pemurnian karbon

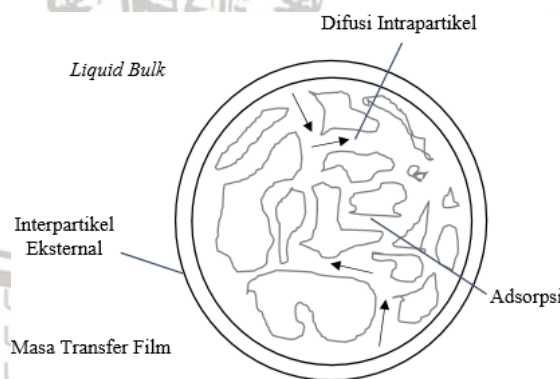
Kualitas karbon dari hasil proses karbonisasi tergolong rendah karena terdapat residu yang menutupi pori-pori karbon. Sehingga untuk memaksimalkan daya adsorpsi karbon maka dilakukan proses aktivasi. Proses aktivasi dapat dilakukan baik secara fisika maupun kimia. Aktivasi fisika dilakukan pada suhu di atas 800°C. Proses aktivasi karbon secara fisika dengan menggunakan karbon dioksida atau steam, yang dapat digunakan bersamaan atau hanya salah satu. Karbon dioksida dan steam akan bereaksi dengan karbon yang akan menghasilkan gas karbon monoksida dan hidrogen. Reaksi ini menghasilkan pori-pori dari karbon akan semakin luas (Marsh, 2006).

Pada aktivasi kimia, karbon diaktivasi menggunakan reagen untuk meningkatkan porositas dari suatu karbon. Agen pengaktivator Sebagian besar berupa material yang memiliki kandungan logam alkali atau alkali tanah dan beberapa asam ( $ZnCl_2$ ,  $H_3PO_4$ ,  $AlCl_3$ ,  $MgCl_2$ ,  $NaOH$ ,  $KOH$ ), namun yang biasa digunakan yaitu  $ZnCl_2$ ,  $H_3PO_4$ ,  $H_2SO_4$  dan  $KOH$  (Marsh, 2012). Temperatur yang digunakan pada aktivasi kimia lebih rendah dibandingkan aktivasi fisika, kualitas pori karbon yang dihasilkan juga lebih baik. Namun, setelah proses aktivasi perlu dilakukan pencucian karbon untuk menghilangkan aktivator kimia yang ada di dalam pori karbon (Viswanathan dkk., 2009). Aktivasi secara kimia juga mempengaruhi gugus fungsi pada permukaan karbon aktif, sehingga meningkatkan kapasitas selektivitas pada adsorbat tertentu dalam fase gas atau cair (Park dan Jang, 2002). Aktivasi kimia dilakukan dengan menambahkan zat berupa asam atau basa. Penambahan zat asam atau basa tergantung dari fungsi dari penelitian, dimana penambahan zat asam berfungsi untuk menambah gugus fungsi pada suatu bahan. Sedangkan penambahan zat basa berfungsi untuk menghilangkan gugus fungsi pada suatu bahan (Juliandini, 2008). Aktivasi karbon aktif secara kimia memiliki pengaruh terhadap sifat karbon aktif yang dihasilkan. Aktivator yang bersifat asam dapat menyebabkan kerusakan terhadap oksigen sehingga lebih optimum dalam memperluas permukaan karbon, terutama terhadap bahan yang mengandung lignoselulosa tinggi (Esterlita dan Netti, 2015).

## 2.5 Adsorpsi

Adsorpsi merupakan pemekatan material atau peningkatan satu atau lebih komponen pada suatu bagian dari antar dua *bulk phase* yaitu lapisan interfasa atau ruang adsorpsi, Salah satu dari fase ini harus merupakan padatan dan lainnya adalah fluida (misalnya gas atau cairan) (Rouquerol dkk, 2014). Fasa pengadsorpsi disebut adsorben, sedangkan material yang terserap dinamakan adsorbat. Pada pengelolaan limbah cair, adsorpsi merupakan proses yang bertujuan untuk menyisihkan komponen tertentu menggunakan adsorben (Hidayati dan Himma, 2018).

Proses adsorpsi menggunakan karbon aktif pada pengolahan limbah cair industri merupakan salah satu contoh adsorpsi secara fisik. Pada prinsipnya, adsorpsi ini disebabkan adanya gaya Van der Waals yang merupakan proses bolak-balik (reversible). Jika gaya tarik molekul antara zat yang terlarut dan adsorben lebih besar daripada zat terlarut dalam pelarut, maka zat terlarut dapat teradsorpsi pada permukaan adsorben (Hung dkk, 2005). Pada proses adsorpsi tidak berlaku hukum Henry berbeda dengan absorpsi, dimana molekul pada adsorpsi hanya melekat di permukaan, sedangkan absorpsi terjadi dissolution adsorbat ke dalam medium adsorben (Butt dkk, 2013). Hidrogen, oksigen atau air, proses adsorpsi disertai dengan absorpsi, yaitu penetrasi fluida ke dalam fase padat (Rouquerol dkk., 2014). Mekanisme proses adsorpsi ditunjukkan pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 Mekanisme Adsorpsi

Sumber: El-Naas (2013)

Pada proses adsorpsi, terjadi beberapa tahap berikut (Seader dan Ernest, 2006):

1. Perpindahan massa eksternal (antarfasa) solute dari bulk dengan konveksi, melalui film tipis atau boundary layer, ke bagian permukaan luar adsorben.
2. Perpindahan massa internal (intrafasa) solute dengan difusi pori dari permukaan luar adsorben menuju permukaan dalam dari struktur pori internal.
3. Difusi permukaan sepanjang permukaan pori.
4. Adsorpsi solute ke dalam permukaan pori.

## 2.5.1 Jenis- Jenis Adsorpsi

### 2.5.1.1 Adsorpsi Kimia

Pada adsorpsi kimia (*chemisorption*), adsorbat akan mengalami interaksi kimia dengan adsorben, sehingga terjadinya pertukaran elektron antara permukaan adsorben dengan adsorbat yang membentuk ikatan kimia. Adsorbat yang teradsorpsi secara kimia tidak akan terjadi pergerakan bergerak bebas pada *interface* adsorben akibat adanya ikatan kimia (Aktas, 2007). Energi pada *chemisorption* memiliki urutan besar yang sama dengan perubahan energi dalam reaksi kimia yang sebanding (Rouquerol dkk. 2012).

### 2.5.1.2 Adsorpsi Fisika

Adsorpsi fisika (*physisorption*) didominasi oleh interaksi fisik *physisorption* tidak tergantung pada sifat elektrositas molekul adsorbat dan adsorben, sehingga pertukaran ion tidak terjadi. Gaya van der Waals adsorbat yang menempel pada adsorben tergolong lemah membentuk ikatan multilayer. Adsorbat tidak menempel dengan kuat pada adsorpsi fisika, membuat molekul adsorbat dapat bergerak bebas pada permukaan adsorben (Aktas, 2007). *Physisorption* merupakan reaksi eksotermis, tetapi energi yang terlibat umumnya tidak jauh lebih besar dari energi kondensasi adsorptif. Namun ini dapat meningkat ketika *physisorption* berlangsung di pori-pori yang sempit. (Rouquerol dkk., 2012).

## 2.5.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Proses Adsorpsi

Proses adsorpsi pada dasarnya dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya:

### 1. Luas permukaan adsorben

Total luas permukaan yang dapat terjadi proses adsorpsi sebanding dengan luas permukaan spesifik. Dimana, semakin berpori dan semakin kecilnya adsorben maka akan didapatkan yield per satuan berat adsorben semakin besar (Cecen dan Ozgur, 2012).

### 2. Sifat fisika dan sifat kimia adsorbat

#### a. Berat molekul,

Daya adsorpsi suatu bahan akan semakin meningkat dengan meningkatnya massa molekular dan gugus fungsional. Molekul dengan ukuran yang besar lebih mudah diadsorpsi oleh karbon aktif dibandingkan molekul berukuran kecil (Aktas, 2007).

#### b. Kelarutan (Solubility),

Kelarutan suatu senyawa yang tinggi dapat diartikan bahwa ikatan zat terlarut lebih kuat dibandingkan dengan gaya saling tarik antara zat terlarut dengan adsorben (Aktas, 2007).

#### c. Polaritas,

Zat terlarut yang bersifat polar lebih dipilih untuk diadsorpsi oleh adsorben polar, sedangkan zat terlarut non polar kemungkinan lebih cepat teradsorpsi oleh adsorben non polar. Karbon aktif lebih mudah melakukan adsorpsi terhadap molekul non polar dibandingkan molekul polar (Aktas, 2007).

#### d. Konstanta disosiasi asam dan basa lemah,

Nilai konstanta disosiasi yang lebih besar akan lebih cepat diserap oleh karbon aktif (Aktas, 2007).

#### e. Adanya gugus substituent juga mempengaruhi adsorpsi senyawa organik.

Gugus dengan rantai yang bercabang dapat lebih mudah teradsorpsi daripada rantai yang lurus. Namun semakin panjang rantai menunjukkan kapasitas adsorpsi yang semakin besar. Senyawa aromatik umumnya akan lebih mudah teradsorpsi daripada senyawa alifatik dengan ukuran molekul yang seragam (Aktas, 2007).

### 3. pH

Efisiensi dari proses adsorpsi bergantung pada pH. Pengaruh yang terlihat dari parameter ini yaitu dapat mempengaruhi susunan kimia logam serta permukaan adsorben untuk proses adsorpsi (Chen dkk., 2017).

### 4. Temperatur

Peningkatan temperatur dapat meningkatkan laju difusi zat terlarut ke area adsorpsi sehingga meningkatkan efektifitas adsorpsi. Pada adsorpsi liquid, pengaruh temperatur terhadap afinitas pelarut lebih dominan (Aktas, 2007). Efisiensi adsorpsi dapat juga dipengaruhi oleh terjadinya pembesaran ukuran pori, pembentukan situs baru dan transport melawan energi barrier (Hashemian dkk., 2013).

### 5. Porositas adsorben

Kapasitas adsorpsi dan laju adsorpsi ditentukan oleh jumlah total, bentuk dan ukuran por-pori adsorben. Sebagian besar adsorben padat terdiri dari pori dengan berbagai ukuran dan bentuk. Mekanisme adsorpsi pada permukaan makropori hampir sama pada permukaan datar adsorpsi pada permukaan ini biasanya diabaikan. Pada permukaan mesopori, adsorpsi berlangsung dengan mekanisme kondensasi adsorbat secara kapiler. Sedangkan untuk mikropori, proses adsorpsi pada dasarnya adalah proses pengisian pori (Aktas., 2007).

### 6. Karakteristik kimiawi permukaan

Keragaman gugus fungsi pada permukaan adsorben memiliki pengaruh terhadap keasaman permukaan, polaritas atau hidrofobisitas dan muatan permukaan, yang berpengaruh terhadap kemampuan adsorpsi sebuah adsorben (Aktas, 2007).

## 2.6 Kajian Termodinamika Adsorpsi

Parameter termodinamika adsorpsi karbon aktif dari kulit pisang terhadap ion logam Cr(VI) dapat ditentukan dengan cara menghitung nilai entalpi adsorpsi ( $\Delta H^\circ$ ), nilai entropi adsorpsi ( $\Delta S^\circ$ ), dan nilai energi bebas adsorpsi ( $\Delta G^\circ$ ). Parameter tersebut ditentukan untuk memperkirakan kemungkinan kelayakan, sifat adsorpsi dan sifat spontanitas dari proses adsorpsi (Nigam *et al.*, 2019). Adapun penjelasan masing-masing parameter sebagai berikut:

### 2.6.1 Entalpi adsorpsi

Nilai entalpi adsorpsi merupakan parameter yang berfungsi untuk menunjukkan efek panas yang dihasilkan dari sistem adsorpsi (Wang *et al.*, 2019).

Plot antara  $\ln K_c$  dan  $(1/T)$  sesuai dengan persamaan Van't Hoff seperti yang ditunjukkan pada persamaan 2.1 (Priyadarshini *et al.*, 2020):

$$\ln(K_c) = \frac{\Delta S^o}{R} - \frac{\Delta H^o}{R} \times \frac{1}{T} \quad (2.1)$$

dengan:

$\Delta H^o$  = entalpi adsorpsi (J/mol)

$\Delta S^o$  = entropi adsorpsi (J/mol.K)

$R$  = tetapan gas (8,314 J/mol.K)

$K_c$  = konstanta kesetimbangan adsorpsi

$T$  = suhu pada beberapa variasi (K)

Adapun nilai konstanta kesetimbangan adsorpsi, dapat dinyatakan dengan persamaan 2.2.

$$K_c = \frac{C_{Ae}}{C_e} \quad (2.2)$$

dengan:

$C_{Ae}$  = konsentrasi adsorbat yang teradsorpsi saat kesetimbangan (mg/L)

$C_e$  = konsentrasi adsorbat pada larutan saat kesetimbangan (mg/L)

Nilai  $\left(-\frac{\Delta H^o}{R}\right)$  akan sama dengan nilai slope dari grafik tersebut.

### 2.6.2 Entropi adsorpsi

Nilai entropi adsorpsi merupakan parameter yang berfungsi untuk memperlihatkan cara penjerapan molekul adsorbat pada permukaan adsorben (Wang *et al.*, 2019). Nilai entropi adsorpsi dapat diperoleh dari nilai intercept

grafik antara  $\ln K_d$  dan  $(1/T)$  yang mengikuti persamaan (2.1), dimana nilai  $\left(\frac{\Delta S^o}{R}\right)$  sama dengan nilai interceptnya (Priyadarshini *et al.*, 2020).

### 2.6.3 Energi bebas adsorpsi

Nilai energi bebas adsorpsi merupakan parameter yang menggambarkan kerja isothermal minimum yang dibutuhkan untuk menjerap adsorbat pada



pemukaan adsorben dalam jumlah tertentu (Wang *et al.*, 2019). Nilai energi bebas adsorpsi dihitung berdasarkan persamaan 2.3 dan 2.4 (Priyadarshini *et al.*, 2020).

$$\Delta G^{\circ} = \Delta H^{\circ} - T\Delta S^{\circ} \quad (2.3)$$

$$\Delta G^{\circ} = -nRT \ln K_c \quad (2.4)$$

dengan:

$\Delta G^{\circ}$  = energi bebas adsorpsi (J/mol)

## 2.7 Analisa Karakterik Karbon Aktif

### 2.7.1 Analisa FTIR

Spektroskopi FTIR (*Fourier Transform Infra Red*) merupakan teknik analisa yang digunakan untuk mengidentifikasi karakteristik gugus fungsi yang banyak digunakan karena hasil pengukuran akurat, analisisnya relatif cepat, preparasinya tidak terlalu rumit, dan cukup mudah untuk dikerjakan (Siregar dkk., 2015). Prinsip kerjanya dengan menggunakan absorbansi inframerah yang dilakukan senyawa untuk mengenali gugus fungsi suatu senyawa tersebut (Effendi, 2019). Spektroskopi FTIR memiliki kemampuan untuk membedakan spektrum sampel berdasarkan karakteristik struktur intramolekulnya, karena kemampuan absorbansi dari suatu senyawa akan berbeda tergantung dari ikatan antar atom dalam senyawa, sifat fisikokimia, dan karakteristik dari gugus fungsi (Siregar dkk., 2015).

### 2.7.2 Analisa X-Ray Fluorescence

*X-Ray Fluorescence* (XRF) merupakan teknik analisa yang digunakan untuk menentukan komposisi senyawa anorganik dari seluruh jenis bahan. Bahan yang diuji dapat berwujud padat, cair bubuk, serta hasil filtrasi. Analisa menggunakan teknik ini relatif cepat, tidak merusak, cukup akurat, dan hanya perlu persiapan sampel yang minimalis. Secara umum, unsur-unsur yang memiliki nomor atom tinggi mempunyai batas deteksi lebih baik dibandingkan dengan unsur dengan nomor atom yang lebih rendah. *X-ray* merupakan gelombang elektromagnetik dengan panjang gelombang diantara sinar- $\gamma$  dan ultraviolet yaitu antara 0,01 hingga 10 nm. Energi *X-ray* berbanding terbalik dengan panjang gelombangnya berdasarkan pada persamaan 2.5 (Brouwer, 2003).

$$E \times \lambda = hc \quad (2.5)$$

dengan:

$$hc = 1,23985 \text{ (konstanta)}$$

## 2.8 Analisa Spektrofotometri UV-Vis

Spektrofotometri UV-Vis merupakan metode analisa kuantitatif untuk menentukan struktur molekul senyawa organik (Suhartati, 2017). Karakteristik dari metode spektrofotometri UV-Vis antara lain (Gandjar dan Rohman, 2018):

- a. Penggunaannya luas
- b. Sensitivitasnya cukup tinggi
- c. Selektivitas cukup tinggi
- d. Akurasi yang tinggi
- e. Mudah dan nyaman

Sinar ultraviolet (UV) memiliki panjang gelombang antara 200-350 nm. Sedangkan, panjang gelombang untuk sinar tampak (*Visible*) antara 350-700 nm.

Spektrofotometri UV-Vis biasanya digunakan untuk mengukur konsentrasi suatu sampel berdasarkan absorbansi sinar radiasi monokromatik yang diukur dengan panjang gelombang tertentu. Menurut hukum Lambert-Beer, Absorbansi dari suatu sampel akan berbanding lurus dengan konsentrasi dari larutan analit dan akan berbanding terbalik dengan transmittan. Batasan dari hukum Lambert-Beer diantaranya (Gandjar dan Rohman, 2018):

- a. Sinar dianggap monokromatis
- b. Absorpsi terjadi dalam sebuah volume yang memiliki penampang yang sama
- c. Senyawa yang mengabsorpsi tidak tergantung pada yang lain
- d. Tidak terjadi fluoresensi oleh konsentrasi larutan
- e. Indeks bias tidak dipengaruhi oleh konsentrasi larutan.

Hukum Lambert-Beer dapat dinyatakan dalam persamaan 2.6 (Suhartati, 2017).

$$A = \log \frac{I_0}{I} = a \times b \times c = \varepsilon \times b \times c \quad (2.6)$$

dengan:

A = absorbansi

a = absorpsivitas molar ( $\text{g}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ )

b = tebal kuvet atau lebar sel yang akan dilalui oleh sinar (cm)

c = konsentrasi analit (mol/L)

$\varepsilon$  = ekstinsi (absorpsivitas) molar ( $\text{M}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ )

$I_0$  = intensitas sinar sebelum melalui sampel

I = intensitas sinar setelah melalui sampel

Untuk menganalisa senyawa yang diinginkan pada sampel yang memiliki kandungan beragam perlu ditambahkan suatu reagen. Reagen yang sering digunakan untuk penentuan konsentrasi Cr(VI) adalah *diphenylcarbazide*, tetapi reagen tersebut mengalami gangguan serius dari Fe (III), Mo (VI), Cu (II), dan Hg (II). Penentuan konsentrasi kromium pada larutan berdasarkan oksidasi senyawa organik dan pada pembentukan ion. Pereaksi lainnya termasuk asam citrazinic, trifluoroperazine hidroklorida, dan leuco xylene cyanol FF (Nagaraj dkk., 2009). Penentuan konsentrasi kromium dilakukan dengan cara menambahkan pengompleks berupa *diphenylcarbazide* pada pH asam sehingga sampel akan berubah warna menjadi merah violet. Beberapa faktor seperti waktu reaksi, konsentrasi Cr, pH, dan volume pengompleks akan mempengaruhi intensitas warna yang terbentuk. Pengompleksan Cr(VI) dengan reagen *diphenylcarbazide* dapat terjadi pada pH 0,5-2,5. Reaksi Cr(VI) dengan reagen *diphenylcarbazide* pada larutan asam akan mereduksi Cr(VI) menjadi Cr (II) dan membentuk senyawa *diphenylcarbazone*, senyawa tersebutlah yang akan menyebabkan wana merah violet (Prasetyo, 2006).

Pengukuran menggunakan spektrofotometri UV-Vis perlu dipilih panjang gelombang maksimum agar memiliki sensitivitas tertinggi dan kurva baku tetap linear (memenuhi hukum Lambert-Beer) (Prasetyo, 2006). Dimana, penentuan panjang gelombang maksimum berdasarkan spektrum sinar tampak dan berbagai warna komplementer yang ditunjukkan pada tabel 2.4.

Tabel 2.3 Spektrum Cahaya Tapak dan Warna Komplementer

No.	Warna	Panjang Gelombang (nm)	Warna Komplementer
1	Ultraviolet	< 380	
2	Violet	380-420	Kuning-Hijau
3	Violet-Biru	420-440	Kuning
4	Biru	440-470	Orange
5	Biru-Hijau	470-500	Merah
6	Hijau	500-520	Ungu
7	Kuning-Hijau	520-550	Violet
8	Kuning	550-580	Violet-Biru
9	Orange	580-620	Biru
10	Merah	620-680	Biru-Hijau
11	Ungu	680-780	Hijau
12	Inframerah	> 780	

Sumber: Nielsen (2017)

## 2.9 Penelitian Terdahulu

Tabel 2.4 Penelitian Terdahulu Tentang Parameter Termodinamika Adsorpsi Ion Logam Cr(VI)

Nama (tahun)	Adsorpsi	Variabel	Hasil
Wahidatun dkk, 2015	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adsorben Zeolit</li> <li>• Adsorbat ion logam Cr(VI)</li> <li>• Co = 10 ppm</li> <li>• t = 6 jam</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suhu 30, 40, 50, dan 60 °C.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nilai entropi (<math>\Delta S^\circ</math>) zeolit alam = 0,04276 kJ.K/mol, zeolit alam teraktivasi = 0,0003093 kJ.K/mol</li> <li>• nilai entalpi (<math>\Delta H^\circ</math>) pada zeolit alam = 0,7749 kJ/mol, zeolit alam teraktivasi = 7,89414 kJ/mol</li> </ul>

Nama (tahun)	Adsorpsi	Variabel	Hasil
Nigam <i>et al.</i> , 2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adsorben limbah teh</li> <li>• Adsorbat ion logam Cr(VI)</li> <li>• Massa adsorben = 1,2 gram</li> <li>• PH = 3,9</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• temperatur 293, 298, 303, 308, 313 K</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Persen penyisihan meningkat seiring dengan kenaikan temperatur adsorpsi.</li> <li>• Kondisi optimum tercapai pada temperatur 303 K.</li> <li>• nilai <math>\Delta H^\circ</math> sebesar 2860,173 kJ/mol dan nilai <math>\Delta S^\circ</math> sebesar 9,767 kJ/mol.K, serta <math>\Delta G^\circ</math> bernilai negatif.</li> </ul>
Yang <i>et al.</i> , 2013	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adsorben resin KIP 210</li> <li>• Adsorbat ion logam Cr(VI)</li> <li>• <math>\omega = 100</math> rpm</li> <li>• <math>Co = 100</math> ppm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• temperatur (298,5, 308,2, dan 318,0 K)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenaikan temperatur pada proses adsorpsi meningkatkan kapasitas adsorpsi.</li> <li>• nilai <math>\Delta H</math> sebesar 26,5 kJ/mol dan nilai <math>\Delta S</math> sebesar 126,7 J/mol.K, serta <math>\Delta G^\circ</math> bernilai negatif.</li> </ul>

## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret hingga Mei 2021 bertempat di:

1. Laboratorium Sains, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang: pembuatan karbon, aktivasi karbon, analisa karbon menurut SNI 06-3730-1995 yaitu analisa kadar air, kadar abu, kadar volatile, dan kadar karbon terikat, proses adsorpsi, analisa spektrofotometri uv-vis untuk menganalisa kandungan Cr(VI) setelah proses adsorpsi.
2. Laboratorium Mineral dan Material (Sentral), Fakultas MIPA, Universitas Negeri Malang,: analisa XRF (X-ray Fluorescence Spectrometer) untuk mengetahui kandungan mineral dalam adsorben dan analisa FT-IR (Fourier Transform Infra Red) untuk mengetahui gugus fungsi yang terkandung pada adsorben.

### 3.2 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah variasi temperatur adsorpsi yaitu ruang, 40, 50, 60, dan 70°C

### 3.3 Alat dan Bahan Penelitian

#### 3.3.1 Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya adalah:

1. Oven
2. Neraca digital
3. Neraca Analitik
4. Corong Buchner
5. Beaker glass
6. Labu erlemeyer
7. Gelas ukur
8. Pipet tetes
9. Pipet volume
10. Labu ukur

11. Corong
12. Kaca arloji
13. Cawan
14. Desikator
15. Shaker
16. Alat penumbuk (mortar dan alu)
17. Furnace
18. Reaktor karbonisasi
19. Lemari asam
20. Stopwatch
21. Spektrofotometer UV-VIS
22. Crucible tang
23. Ayakan 80 mesh

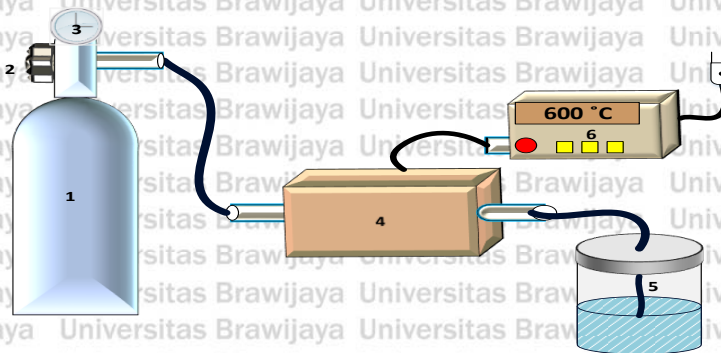
### 3.3.2 Bahan penelitian

Pada penelitian ini, terdapat bahan-bahan yang digunakan, yaitu:

1. 1,5-diphenylcarbide
2. Aquademin
3. Aseton
4. Gas N<sub>2</sub>
5. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 2M
6. H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>
7. Kertas saring
8. *Methylene blue*
9. K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>
10. Kulit pisang kepok

### 3.3.3 Rangkaian Alat

#### 3.3.3.1 Karbonisasi

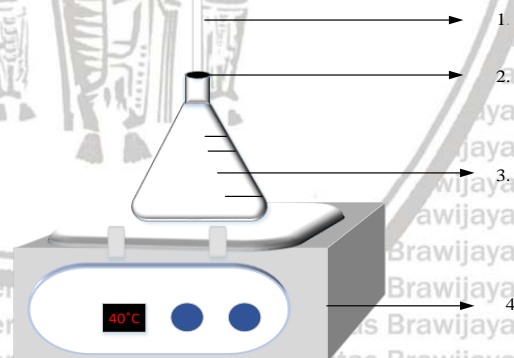


Gambar 3. 1 Rangkaian Alat Proses Karbonisasi

Keterangan :

1. Tabung Gas N<sub>2</sub>
2. Kontrol tekanan
3. Monitor tekanan
4. Rekator karbonisasi
5. Gas capture
6. Thermocontroller

#### 3.3.3.2 Adsorpsi



Gambar 3.2 Rangkaian Alat Proses Adsorpsi

Keterangan :

1. Termometer
2. Penutup
3. Erlenmeyer
4. Hotplate Stirrer

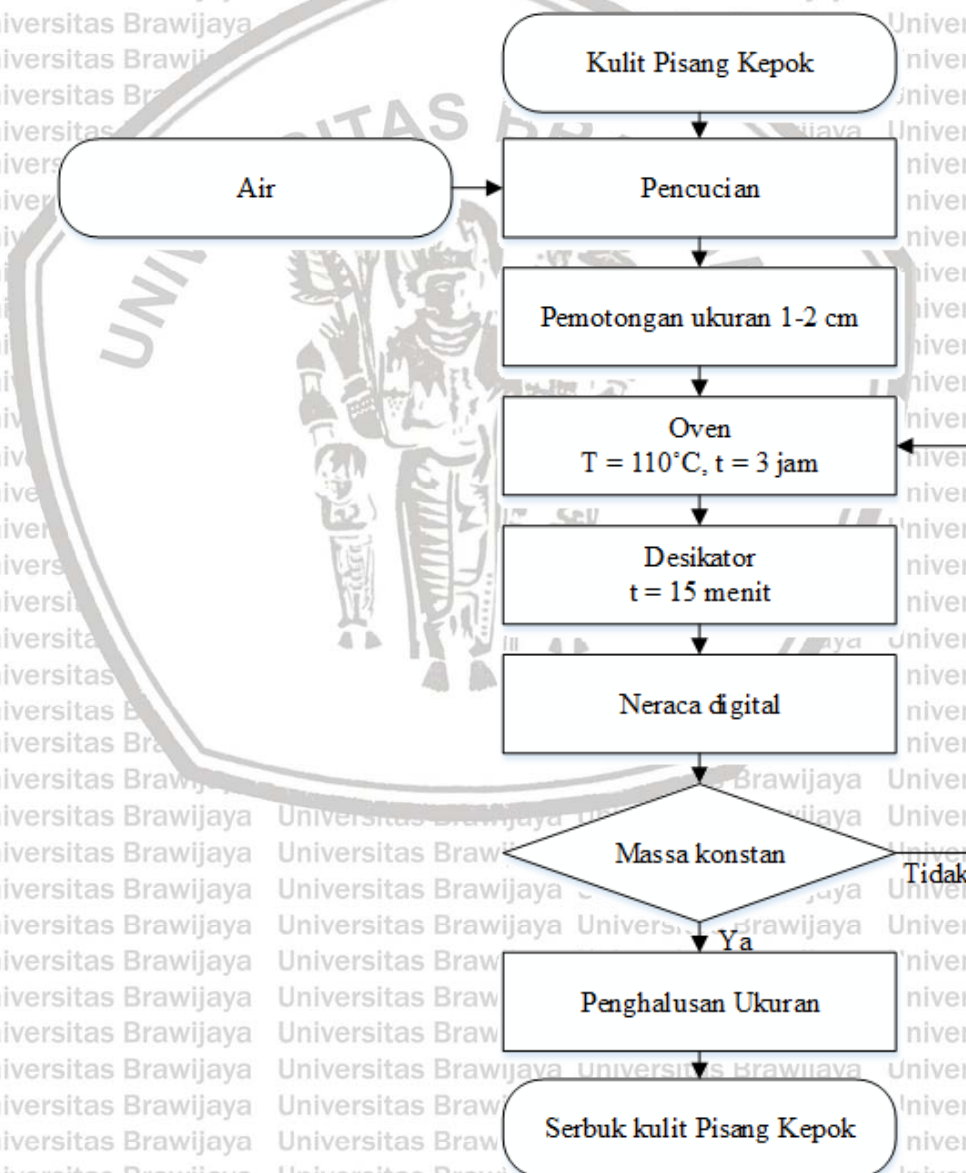


### 3.4 Prosedur Penelitian

Prosedur pembuatan karbon aktif pada penelitian ini didasarkan pada penelitian Rahmansyah dkk. (2016).

#### 3.4.1 Persiapan Bahan Baku

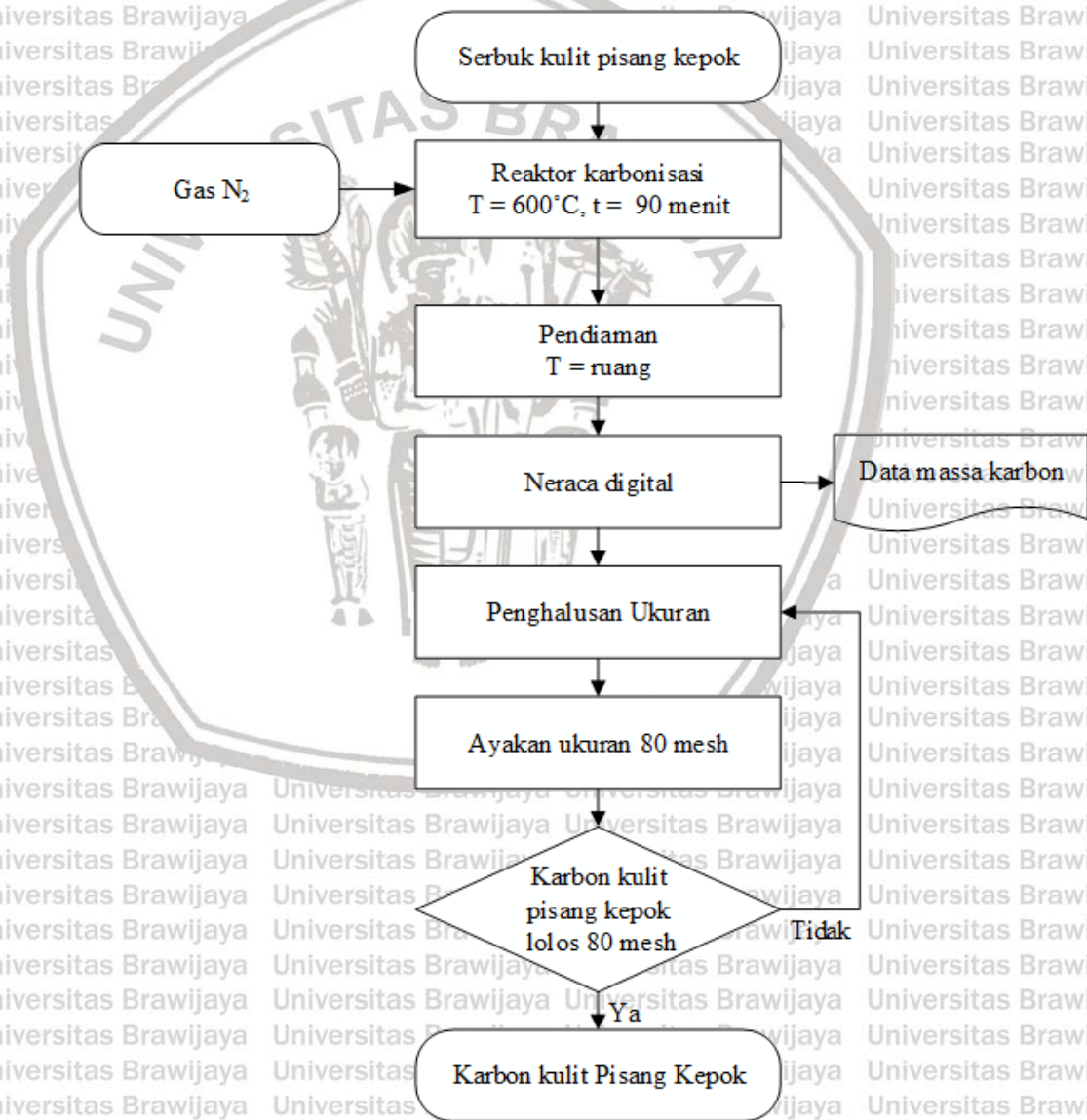
Kulit pisang kepok dicuci dengan menggunakan air untuk dihilangkan *impurities* yang menempel pada kulit pisang. Kemudian dilakukan pemotongan kulit pisang dengan ukuran 1-2 cm. Selanjutnya, dikeringkan pada suhu  $110^{\circ}\text{C}$  menggunakan oven sampai didapatkan massa kulit pisang konstan. Kulit pisang yang sudah kering ditumbuk hingga berbentuk serbuk. Diagram alir persiapan bahan baku ditunjukkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Diagram Alir Persiapan Bahan Baku

### 3.4.2 Karbonisasi Kulit Pisang Kepok

Kulit pisang kepok yang berbentuk serbuk dikarbonisasi pada suhu 600°C selama 90 menit dengan dialiran gas. Kemudian dilanjutkan dengan proses pendinginan karbon hingga mencapai suhu ruang, lalu dilanjutkan dengan penimbangan karbon sehingga didapatkan nilai massa karbon. Prosedur selanjutnya penghalusan untuk mencapai ukuran 80 mesh. Lalu dilakukan pengayakan karbon kulit pisang hingga lolos pada ayakan 80 mesh sehingga didapatkan ukuran yang seragam untuk karbon yang tidak lolos pengayakan dikembalikan pada proses penghalusan. Diagram alir proses karbonisasi kulit pisang kepok ditunjukkan pada Gambar 3.4.



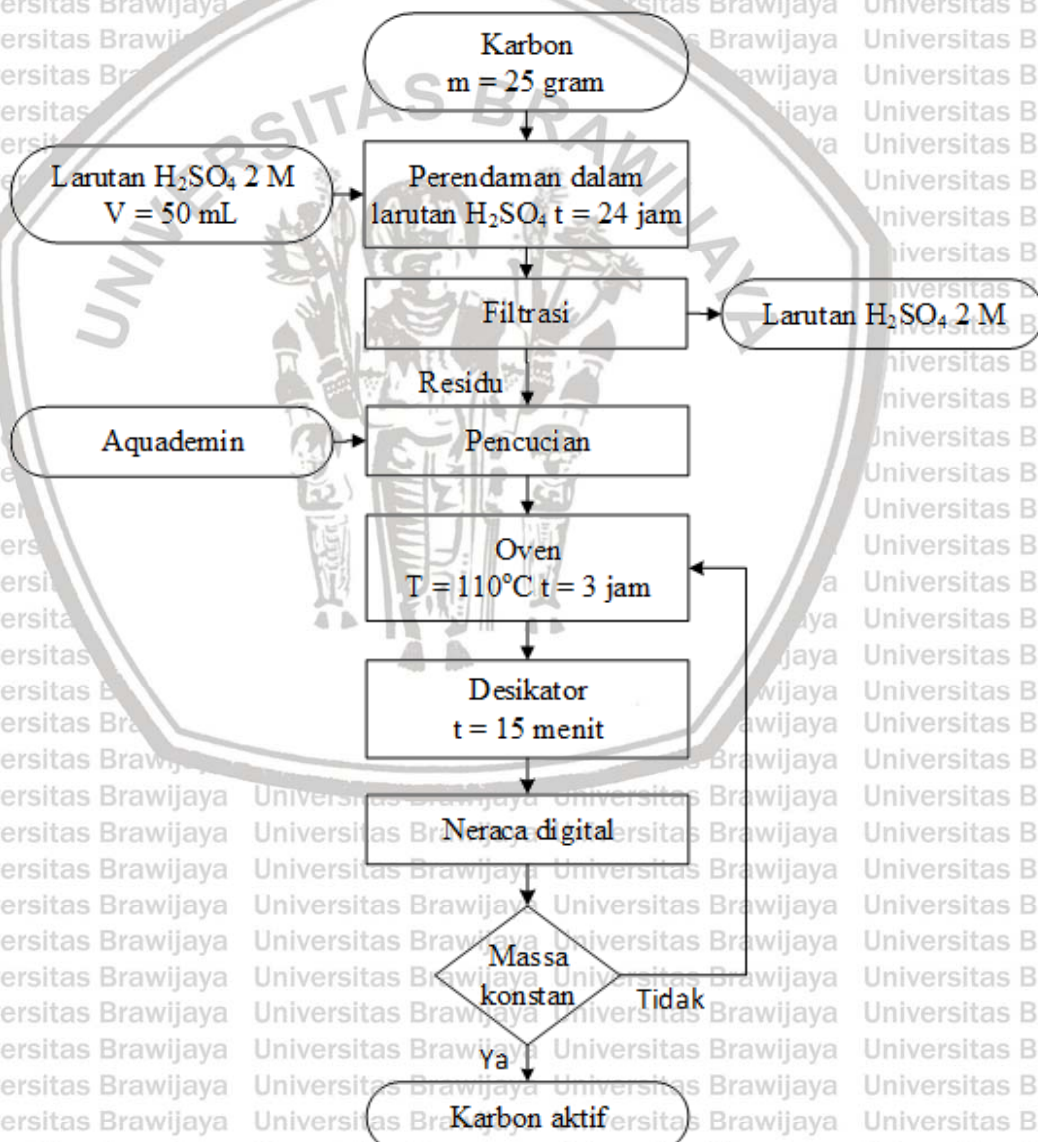
Gambar 3.4 Diagram Alir Proses Karbonisasi Kulit Pisang Kepok

### 3.4.3 Proses Aktivasi Karbon Kulit Pisang Kepok

Aktivasi karbon kulit pisang kepok dilakukan secara kimia dengan menggunakan aktivator berupa  $H_2SO_4$  2M. Proses aktivasi dilakukan dengan perendaman karbon selama 24 jam dengan rasio perbandingan massa karbon terhadap volume larutan aktivator 1:2 dan dilakukan pada temperatur ruang.

Selanjutnya, dilakukan penyaringan untuk pemisahan aktivator dengan karbon aktif dan dilanjutkan dengan mencuci menggunakan aquademin sampai pH netral.

Kemudian dilakukan pengeringan pada suhu  $110^\circ C$  menggunakan oven hingga didapatkan massa yang konstan. Diagram alir proses aktivasi karbon kulit pisang kepok ditunjukkan pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Diagram Alir Proses Aktivasi Karbon Kulit Pisang Kepok

### 3.4.4 Analisa Karbon dan Karbon Aktif

#### 3.4.4.1 Analisa Kadar Air

Kadar air dalam karbon dan karbon aktif berkaitan dengan sifat higroskopis dari karbon dan karbon aktif. Prosedur analisa kadar air dari karbon dan karbon aktif mengacu pada (SNI) 06-3730-1995 tentang syarat mutu dan pengujian karbon aktif. Karbon dan karbon aktif masing-masing ditimbang sebanyak 1 gram. Selanjutnya, karbon dan karbon aktif dipanaskan pada suhu 105°C untuk menghilangkan kandungan air hingga didapatkan massa konstan. Selanjutnya, karbon dan karbon aktif ditimbang untuk mengetahui massa karbon dan karbon aktif setelah proses penghilangan kandungan air. Nilai kadar air dapat diketahui melalui persamaan 3.1.

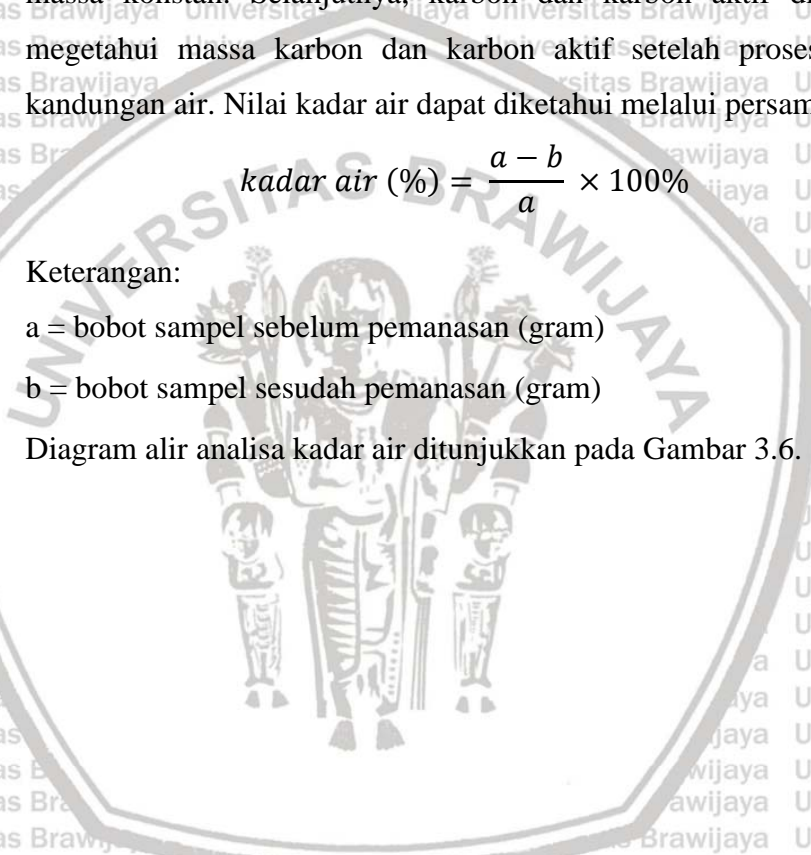
$$\text{kadar air (\%)} = \frac{a - b}{a} \times 100\% \quad (3.1)$$

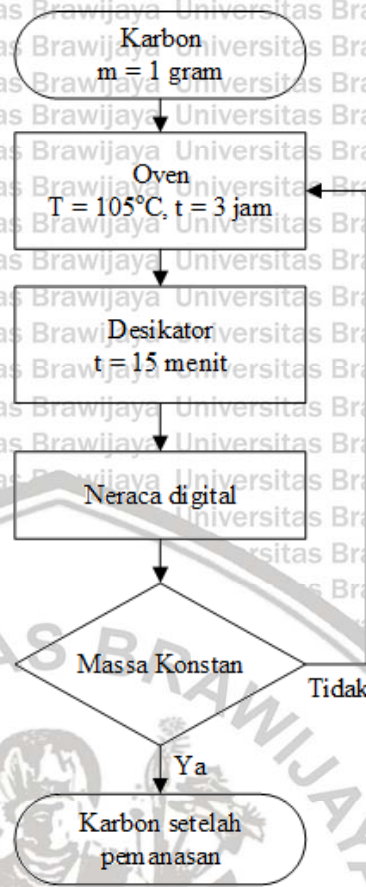
Keterangan:

a = bobot sampel sebelum pemanasan (gram)

b = bobot sampel sesudah pemanasan (gram)

Diagram alir analisa kadar air ditunjukkan pada Gambar 3.6.





Gambar 3.6 Diagram Alir Analisa Kadar Air

### 3.4.4.2 Analisa Kadar Abu

Kadar abu adalah zat anorganik atau mineral yang tertinggal pada saat karbon dan karbon aktif terbakar. Prosedur analisa kadar abu dari karbon dan karbon aktif mengacu pada (SNI) 06-3730-1995 tentang syarat mutu dan pengujian karbon aktif. Karbon dan karbon aktif masing-masing ditimbang sebanyak 2 gram. Selanjutnya, karbon dan karbon aktif dibakar pada suhu 650°C selama 3 jam menggunakan furnace. Setelah itu, sampel ditimbang untuk mengetahui massa akhirnya. Nilai kadar abu dapat diketahui melalui persamaan 3.2.

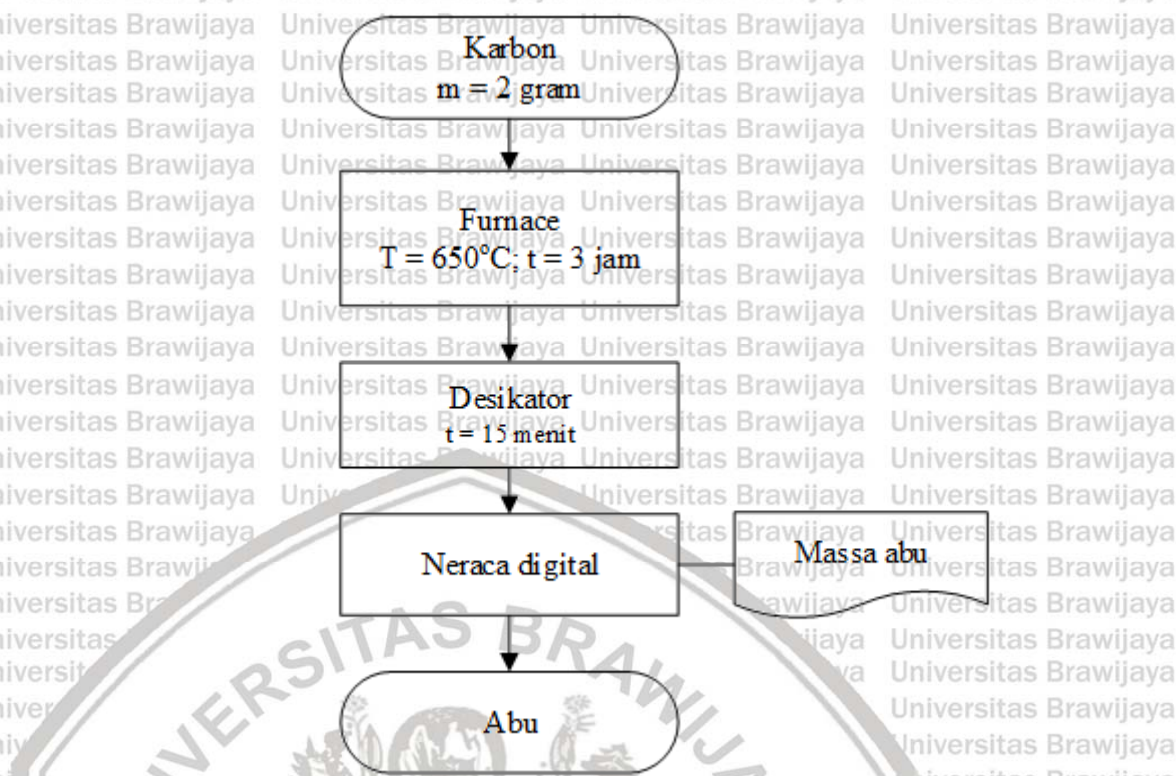
$$\text{kadar abu (\%)} = \frac{b}{a} \times 100\% \quad (3.2)$$

Keterangan:

a = bobot sampel sebelum pengabuan (gram)

b = bobot sampel sesudah pengabuan (gram)

Diagram alir analisa kadar abu ditunjukkan pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Diagram Alir Analisa Kadar Abu

### 3.4.4.3 Analisa Kadar Volatile

Prosedur analisa kadar volatile dari karbon dan karbon aktif mengacu pada (SNI) 06-3730-1995 tentang syarat mutu dan pengujian karbon aktif. Karbon dan karbon aktif masing-masing ditimbang sebanyak 1 gram. Selanjutnya, karbon dan karbon aktif dipanaskan pada suhu 950°C selama 7 menit menggunakan furnace. Kemudian, karbon dan karbon aktif didinginkan pada suhu ruang sampai didapatkan massa konstan. Nilai kadar volatil dapat diketahui melalui persamaan 3.3.

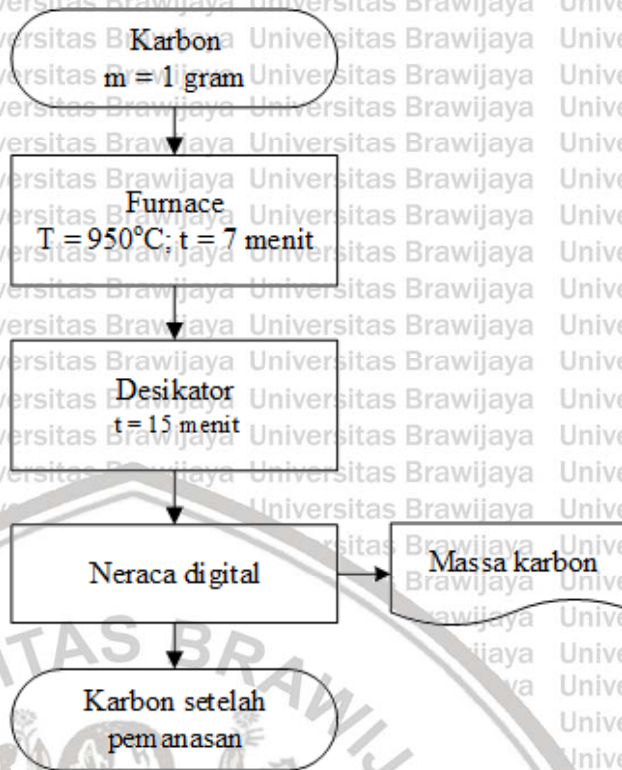
$$\text{Kadar volatile (\%)} = \frac{a-b}{a} \times 100\% \quad (3.3)$$

Keterangan :

a = bobot sampel sebelum pemanasan (gram)

b = bobot sampel sesudah pemanasan (gram)

Diagram alir analisa kadar volatile ditunjukkan pada Gambar 3.7.



Gambar 3.8 Diagram Alir Analisa Kadar Volatile

#### 3.4.4.4 Analisa Karbon Terikat

Karbon terikat atau *fixed carbon* (FC) merupakan kadar karbon yang terikat didalam ruang selain kadar abu dan kadar volatile. Prosedur analisa karbon terikat dari karbon dan karbon aktif mengacu pada (SNI) 06-3730-1995 tentang syarat mutu dan pengujian karbon aktif. Nilai karbon terikat dapat diketahui melalui persamaan 3.4.

$$FC (\%) = 100 - (\text{kadar abu} + \text{kadar volatil}) \quad (3.4)$$

#### 3.4.4.5 Yield Karbonisasi

Yield karbonisasi merupakan perbandingan massa karbon kulit pisang kepek setelah karbonisasi terhadap massa awal serbuk kulit pisang kepek pada basis kering, yang dapat ditentukan menggunakan persamaan 3.5.

$$Yield (\%) = \frac{M_1}{M_0} \times 100\% \quad (3.5)$$

Keterangan:

$M_0$  = Massa serbuk kulit pisang kepek sebelum karbonisasi (gr)

$M_1$  = Massa karbon kulit pisang kepek setelah karbonisasi (gr)

### 3.4.4.6 Uji Luas Permukaan dengan Daya Serap Terhadap *Methylene Blue*

Uji luas permukaan dengan daya serap terhadap *methylene blue* dilakukan untuk mengetahui luas permukaan karbon dan karbon aktif dan kemampuan menyerap larutan berwarna yang memiliki ukuran molekul lebih dari 15 Å atau 1 nm (Azam dan Erniwati, 2020). Daya serap *methylene blue* dengan menggunakan persamaan 3.6.

$$X_m = \frac{(c_0 - c) \times v}{m} \quad (3.6)$$

Dengan:

$X_m$  = Daya serap *methylene blue* (mg/g)

$C_0$  = Konsentrasi awal *methylene blue* (ppm)

$C$  = Konsentrasi akhir *methylene blue* (ppm)

$V$  = Volume larutan sampel *methylene blue* (L)

$m$  = Massa adsorben (g)

Sedangkan, luas permukaan dapat dihitung berdasarkan persamaan

3.7.

$$S = \frac{X_m \times N \times A}{B_m} \quad (3.7)$$

Dengan:

$S$  = Luas permukaan spesifik adsorben (m<sup>2</sup>/g)

$X_m$  = Daya serap *methylene blue* (mg/g)

$N$  = Bilangan Avogadro (6,02×10<sup>23</sup>)

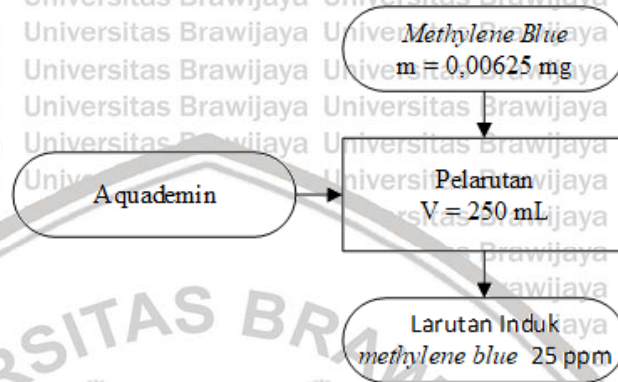
$A$  = Luas penampang molekul *methylene blue* (197×10<sup>-20</sup> m<sup>2</sup>/mol)

$B_m$  = Berat Molekul *methylene blue* (319,85 g/mol)



A. Pembuatan Larutan Induk *Methylene Blue*

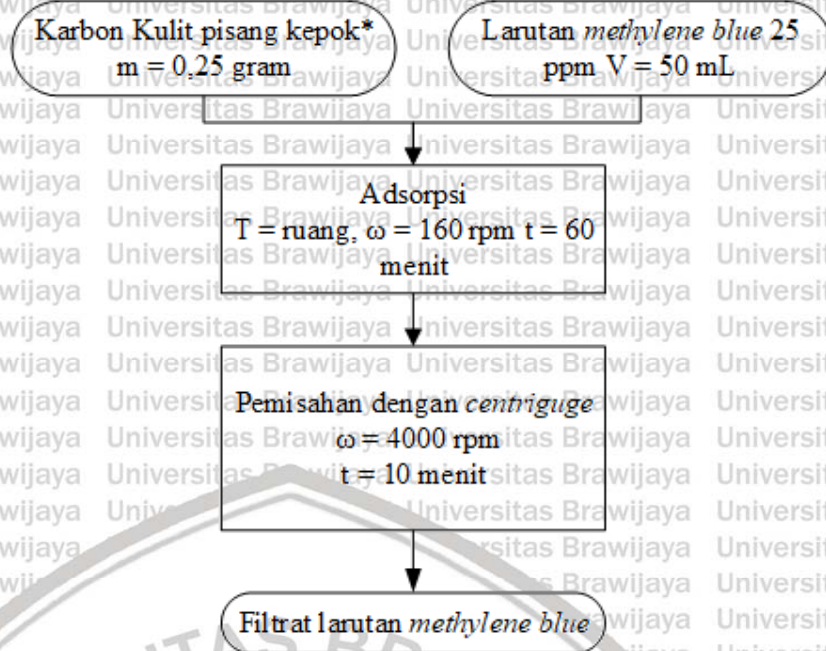
Pembuatan larutan induk dilakukan dengan melarutkan *methylene blue* ke dalam aquademin. Sebanyak, 0,00625 mg *methylene blue* dilarutkan kedalam aquademin hingga memiliki volume 250 mL untuk membuat larutan induk *methylene blue* 25 ppm. Diagram alir proses pembuatan larutan induk *methylene blue* ditunjukkan pada gambar 3.9.



Gambar 3.9 Diagram Alir Proses Pembuatan Larutan Induk *Methylene Blue* 25 ppm

B. Proses Adsorpsi *Methylene Blue*

Proses adsorpsi dilakukan dengan menambahkan sebanyak 0,005 gram karbon dan karbon aktif dari kulit pisang kepek dikontakan dengan 50 mL larutan *methylene blue* 25 ppm. Larutan diaduk selama 40 menit dengan kecepatan 160 rpm. Kemudian, dilakukan pemisahan selama 10 menit dengan kecepatan 4000 rpm menggunakan alat centrifuge. Diagram alir proses adsorpsi *methylene blue* ditunjukkan pada gambar 3.10.



Gambar 3.10 Diagram alir proses adsorpsi *methylene blue*

Keterangan:

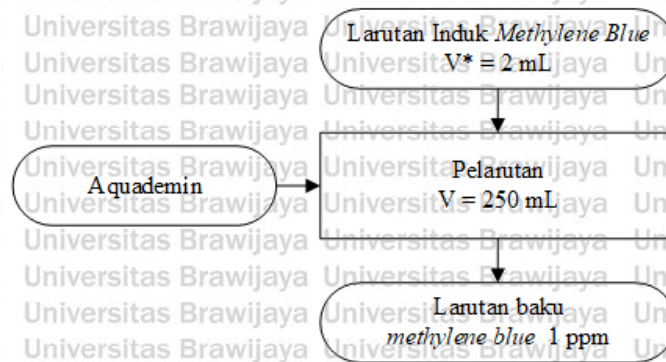
\*Prosedur dilakukan kembali menggunakan karbon aktif kulit pisang kepok

### C. Analisa Spektrofotometer UV-Vis

#### a. Pembuatan Larutan Baku *Methylene Blue*

Larutan baku merupakan larutan yang diketahui konsentrasinya dan digunakan untuk mengetahui adsorpsivitas molar serta juga digunakan untuk pembuatan kurva kalibrasi. Larutan baku *methylene blue* memiliki konsentrasi 1, 2, 3, 4, dan 5 ppm. Larutan baku 3 ppm digunakan untuk menentukan panjang gelombang maksimum.

Diagram alir proses pembuatan larutan baku *methylene blue* ditunjukkan pada gambar 3.11.



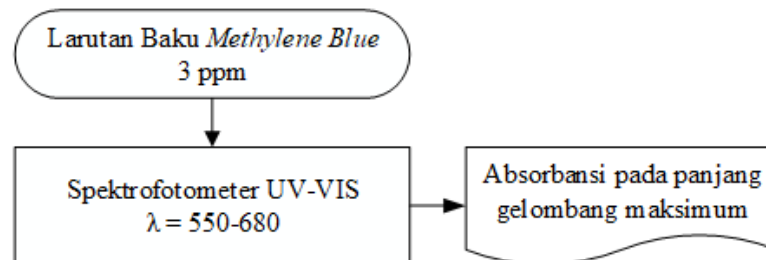
Gambar 3.11 Diagram alir proses pembuatan larutan baku *methylene blue*

Keterangan:

\*Prosedur dilakukan kembali menggunakan volume larutan induk *methylene blue* sebesar 4, 6, 8, dan 10 mL

b. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum

Uji panjang gelombang yang maksimal larutan baku *methylene blue* dilakukan menggunakan alat spektrofotometer UV-VIS yang ditunjukkan pada gambar 3.12.

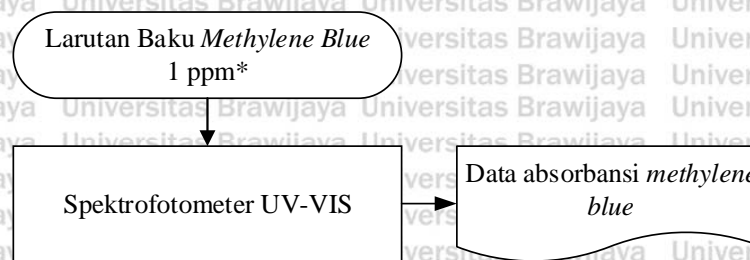


Gambar 3.12 Diagram alir proses penentuan panjang gelombang maksimum larutan baku *methylene blue*

c. Pembuatan Kurva Kalibrasi

Pengukuran absorbansi larutan baku *methylene blue* dilakukan pada konsentrasi larutan baku 1 ppm, 2 ppm, 3 ppm, 4 ppm, dan 5 ppm. Kurva kalibrasi ditentukan berdasarkan nilai absorbansi yang didapatkan sehingga didapatkan persamaan regresi ( $y = mx + c$ ) yang akan digunakan untuk menentukan kadar *methylene blue* dalam sampel.

Diagram alir pembuatan kurva standar ditunjukkan pada gambar 3.13.



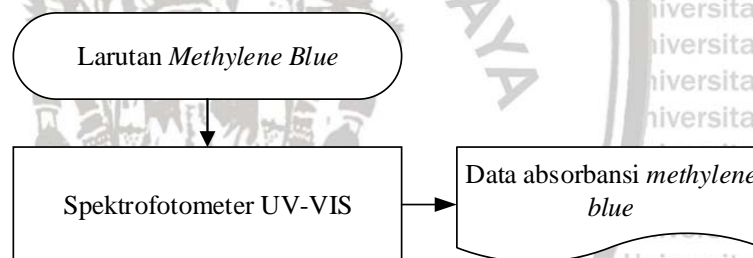
Gambar 3.13 Diagram alir proses pembuatan kurva kalibrasi larutan *methylene blue*

Keterangan:

\*Prosedur dilakukan kembali menggunakan larutan baku *methylene blue* untuk konsentrasi 2 ppm, 3 ppm, 4 ppm, dan 5 ppm

d. Pengukuran Absorbansi Sampel

Diagram alir pengukuran larutan sampel *methylene blue* ditunjukkan pada gambar 3.14.



Gambar 3.14 Diagram alir proses pengukuran larutan sampel *methylene blue*

**3.4.4.7 Analisa Karbon Aktif Menggunakan Fourier Transform Infrared (FTIR)**

Analisa menggunakan FTIR dilakukan untuk mengidentifikasi gugus-gugus fungsi yang terdapat pada karbon dari kulit pisang kepok sebelum dan sesudah proses aktivasi menggunakan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Sentral Mineral dan Material Maju, Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Malang.

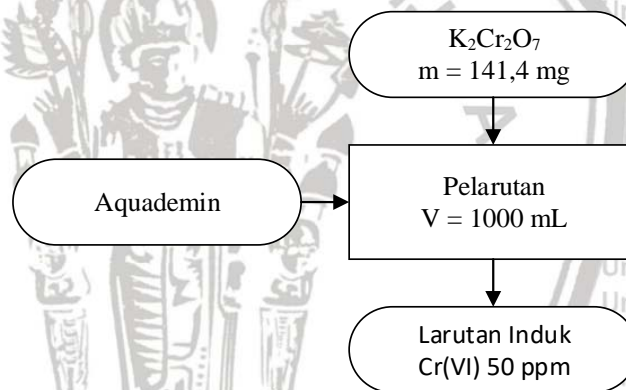
**3.4.4.8 Analisa Karbon Aktif Menggunakan X-Ray Fluorescence (XRF)**

Analisa XRF digunakan untuk mengetahui dan menganalisa komposisi unsur yang terkandung dalam karbon dari kulit pisang kepok

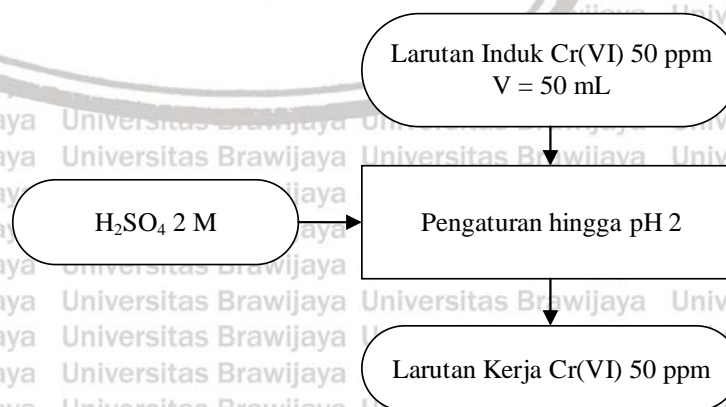
sebelum dan sesudah proses aktivasi menggunakan  $H_2SO_4$ . Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Sentral Mineral dan Material Maju, Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Malang.

### 3.4.5 Pembuatan Larutan Limbah Sintetik Cr(VI)

Berdasarkan *Standard Method* (1999), larutan induk sampel sintetik Cr(VI) dibuat dengan cara melarutkan  $K_2Cr_2O_7$  ke dalam aquademin. Sebanyak 141,4 mg  $K_2Cr_2O_7$  dilarutkan kedalam aquademin hingga volume 1000 mL untuk membuat larutan induk sampel sintetik Cr(VI) 50 ppm. Larutan kerja Cr(VI) 50 ppm yang digunakan pada proses adsorpsi dibuat dengan menambahkan  $H_2SO_4$  dengan konsentrasi 2 M kedalam larutan induk 50 mL untuk mengatur pH larutan hingga didapatkan pH 2. Diagram alir proses pembuatan larutan induk Cr(VI) dan larutan kerja Cr(VI) ditunjukkan pada gambar 3.9 dan 3.10.



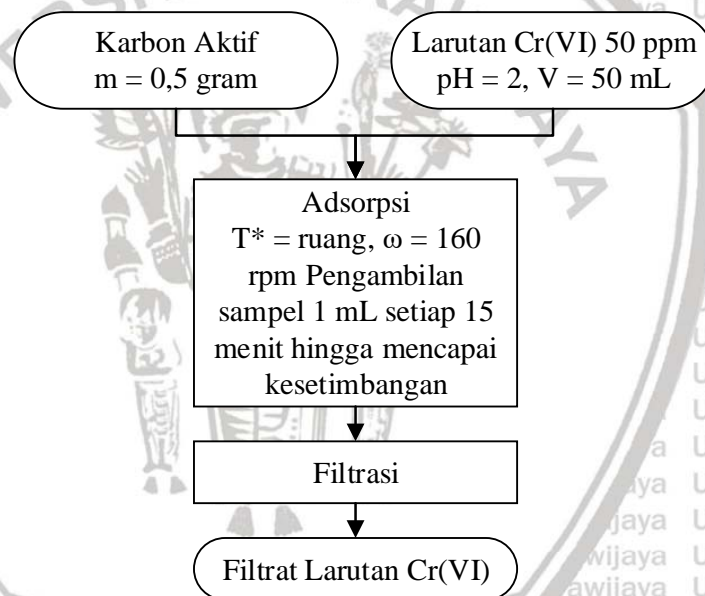
Gambar 3.11 Diagram Alir Proses Pembuatan Larutan Induk Cr(VI) 50 ppm



Gambar 3.12 Diagram Alir Proses Pembuatan Larutan Kerja Cr(VI) 50 ppm

### 3.4.6 Proses Adsorpsi

Penentuan pengaruh temperatur adsorpsi terhadap penyisihan ion logam Cr(VI) dan parameter termodinamika dapat diketahui melalui proses adsorpsi ion Cr(VI) menggunakan berbagai variasi temperatur adsorpsi. Ion Cr(VI) yang akan digunakan pada proses adsorpsi didapatkan dari larutan sintesis  $K_2Cr_2O_7$  yang memiliki konsentrasi 50 ppm. Karbon aktif dari kulit pisang kepok sebanyak 0,5 gram dikontakan dengan larutan  $K_2Cr_2O_7$ . Kemudian, diaduk menggunakan kecepatan 160 rpm pada temperatur ruang. Larutan kemudian diambil setiap 15 menit untuk mengetahui konsentrasi logam Cr(VI) hingga mencapai kesetimbangan. Prosedur diulangi pada temperatur 40, 50, 60, dan 70°C. Diagram alir proses adsorpsi ditunjukkan pada gambar 3.11.



Gambar 3.13 Diagram Alir Proses Adsorpsi Ion Cr(VI)

Keterangan:

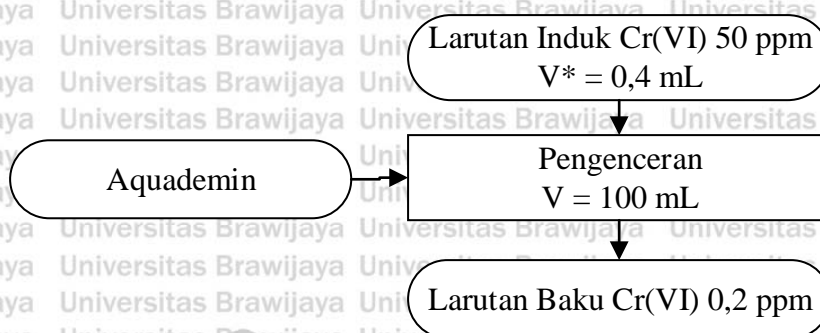
\*Prosedur dilakukan kembali untuk variasi temperatur 40, 50, 60, dan 70°C

### 3.4.7 Analisa Spektrofotometer UV-VIS

#### 3.4.7.1 Pembuatan Larutan Baku

Larutan baku adalah larutan yang diketahui konsentrasinya yang digunakan untuk menentukan adsorpsivitas molar logam Cr(VI) dan

untuk pembuatan kurva kalibrasi. Diagram alir proses pembuatan larutan baku ditunjukkan pada gambar 3.12.



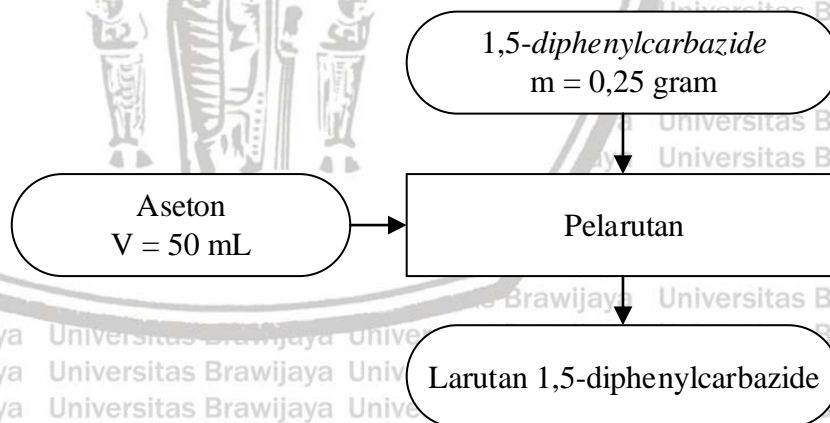
Gambar 3.14 Diagram Alir Pembuatan Larutan Baku Cr(VI) 0,2 ppm

Keterangan:

\*Prosedur diulangi menggunakan larutan induk Cr(VI) 50 ppm dengan volume 0,8, 0,12, 0,16, dan 2 mL untuk mendapatkan konsentrasi larutan baku secara berturut-turut 0,4 ppm, 0,6, 0,8 ppm, dan 1 ppm.

### 3.4.7.2 Pembuatan Larutan 1,5-diphenylcarbazine

Larutan 1,5-diphenylcarbazine dibuat dengan melarutkan 0,25 gram 1,5-diphenylcarbazine kedalam 50 ml aseton. Diagram alir pembuatan larutan 1,5-diphenylcarbazine ditunjukkan pada gambar Gambar 3.13.

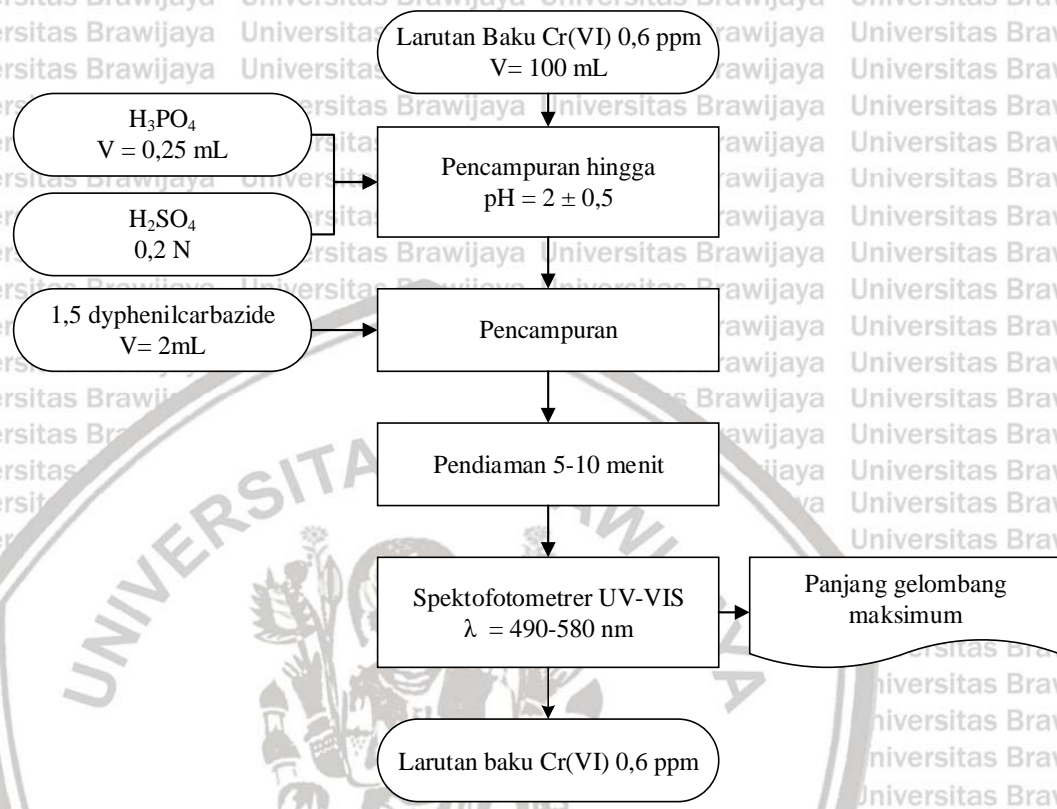


Gambar 3. 15 Pembuatan Larutan 1,5-diphenylcarbazine

### 3.4.7.3 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum

Panjang gelombang maksimum dipakai untuk memperoleh hasil absorbansi yang maksimum pada pengukuran kadar ion logam Cr(VI) menggunakan spektrometri UV-Vis. Larutan standar 0,2 ppm digunakan

untuk mengukur panjang gelombang maksimum antara 490-580 nm. Diagram alir penentuan panjang gelombang maksimum ditunjukkan pada gambar 3.14.

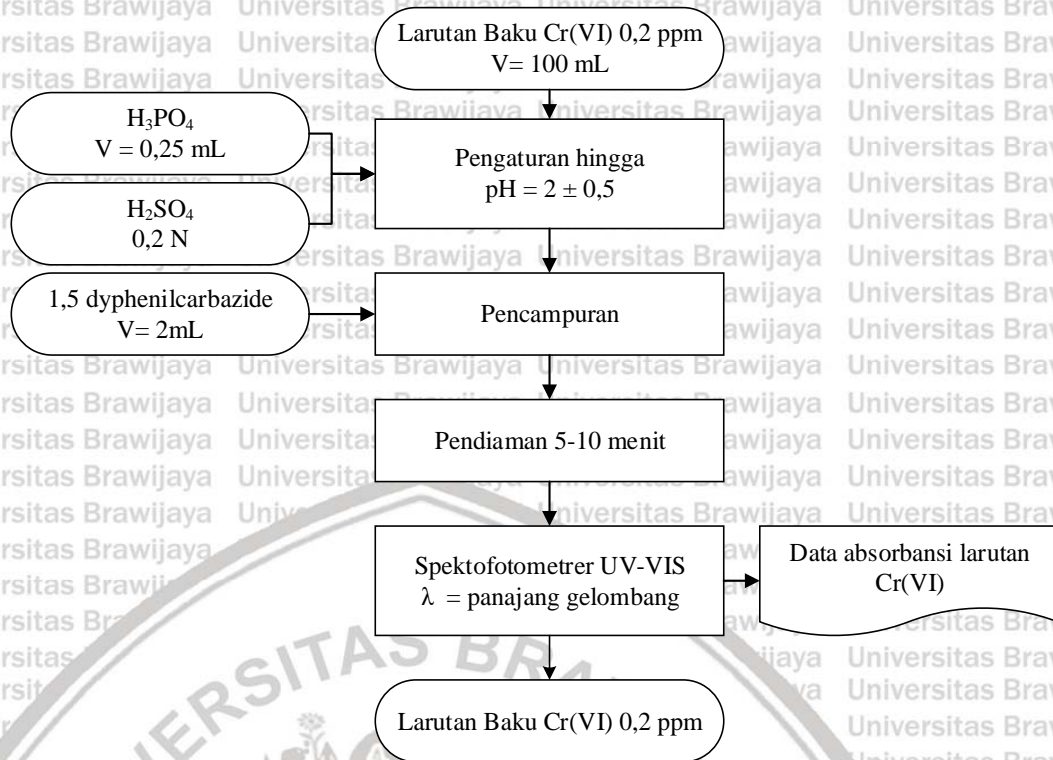


Gambar 3.16 Diagram Alir Pembuatan Kurva Kalibrasi

### 3.4.7.4 Pembuatan Kurva Kalibrasi

Pengukuran adsorbansi larutan standar Cr(VI) dilakukan pada konsentrasi larutan standar 0,2 ppm, 0,4 ppm, 0,8 ppm, dan 1 ppm. Nilai adsorbansi yang didapatkan digunakan untuk membuat kurva kalibrasi sehingga menghasilkan persamaan regresi ( $y = mx + c$ ) yang akan digunakan untuk menentukan kadar Cr(VI) dalam sampel. Diagram alir pembuatan kurva standar ditunjukkan pada gambar 3.15.





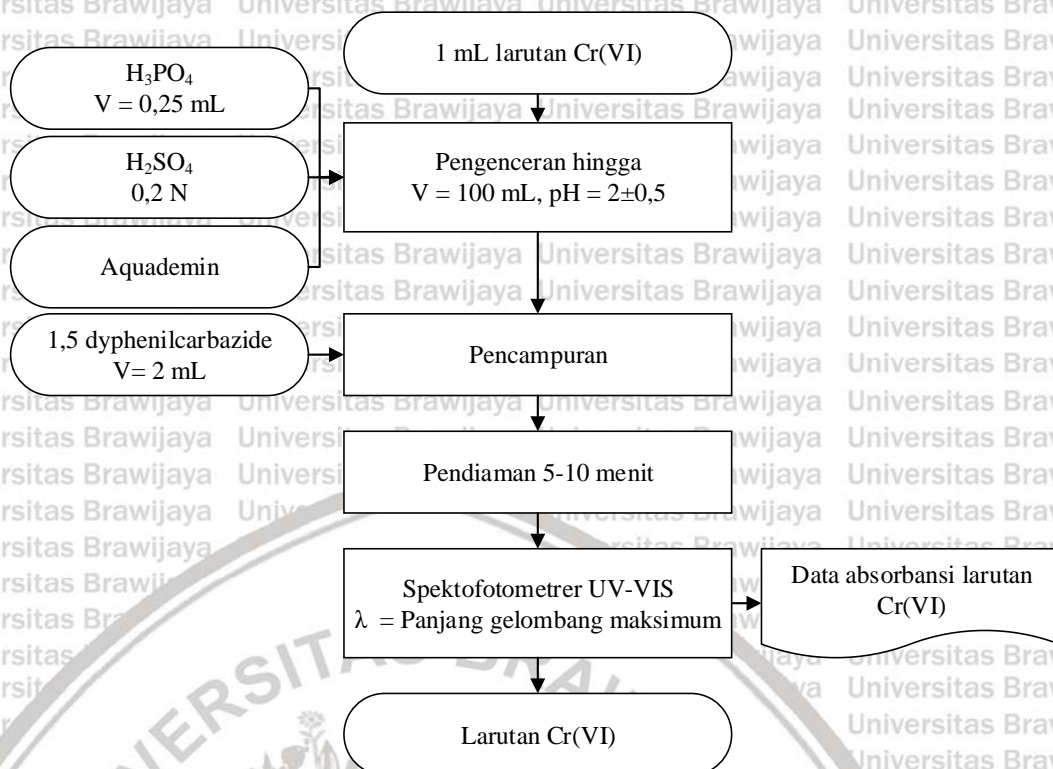
Gambar 3. 17 Diagram Alir Pembuatan Kurva Kalibrasi

Keterangan:

\*Prosedur dilakukan kembali untuk konsentrasi larutan baku 0,4 ppm, 0,6 ppm, 0,8 ppm, dan 1 ppm

### 3.4.7.5 Analisa Kandungan Cr(VI)

Penentuan kadar ion logam Cr(VI) pada sampel berdasarkan nilai absorbansi yang didapatkan menggunakan panjang gelombang maksimum dan dibandingkan dengan dengan kurva kalibrasi. Diagram alir pengukuran absorbansi sampel ditunjukkan pada gambar 3.16.



Gambar 3. 18 Diagram Alir Pengukuran Absorbansi Sampel

### 3.4.8 Analisa Pengaruh Temperatur Adsorpsi

#### 3.4.8.1 Persen Penyisihan Cr(VI)

Persen penyisihan Cr(VI) dapat dihitung berdasarkan persamaan 3.6 (Priyadarshini *et al.*, 2020).

$$\% \text{Penyisihan Cr(VI)} = \frac{C_0 - C_t}{C_0} \times 100 \quad (3.6)$$

dimana:

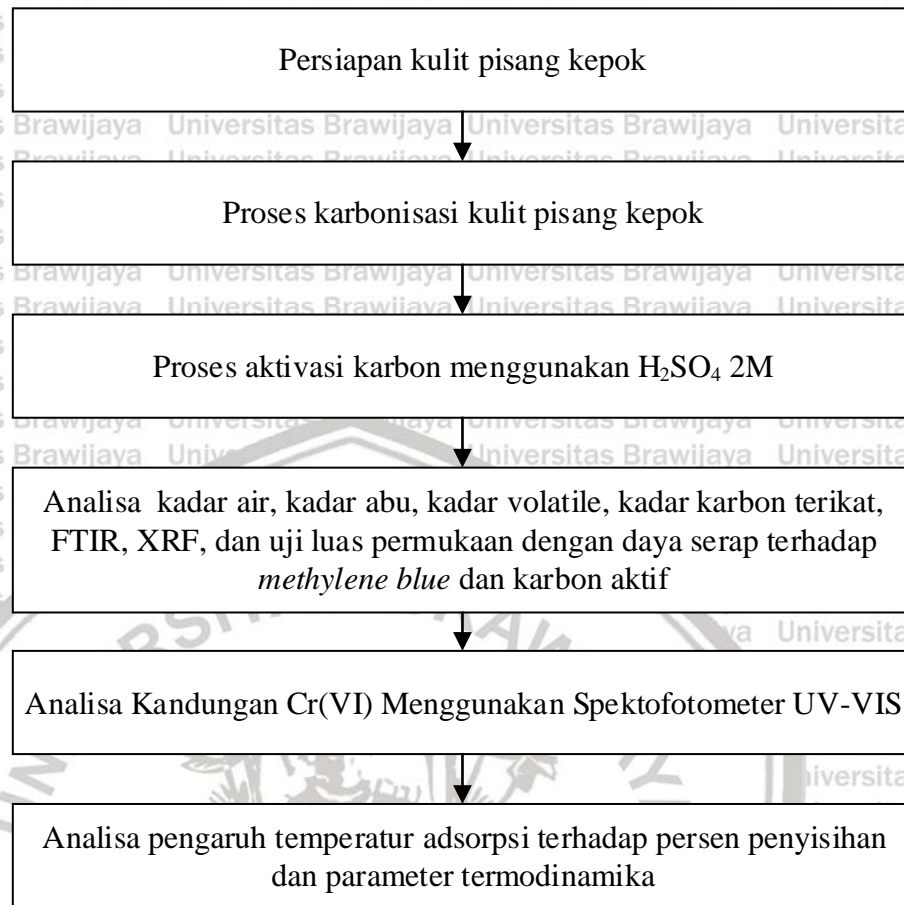
$C_0$  = Konsentrasi awal Cr(VI) sebelum proses adsorpsi (mg/L)

$C_t$  = Konsentrasi sisa Cr(VI) setelah proses adsorpsi (mg/L)

#### 3.4.8.2 Kajian Termodinamika Adsorpsi

Parameter termodinamika seperti  $\Delta H^\circ$ ,  $\Delta S^\circ$ , dan  $\Delta G^\circ$  dapat dihitung berdasarkan persamaan 2.1-2.3. Plot antara  $\ln K_c$  dan  $1/T$  memberikan nilai  $\Delta H^\circ$  dan  $\Delta S^\circ$  masing-masing dari slope dan intersep. Sedangkan, nilai  $\Delta G^\circ$  dapat dihitung menggunakan persamaan 2.3 setelah didapatkan nilai  $\Delta H^\circ$  dan  $\Delta S^\circ$ .

### 3.5 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. 19 Diagram Alir Penelitian

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Karakteristik Karbon dan Karbon Aktif

Karakteristik karbon sebelum dan sesudah aktivasi ini menunjukkan kualitas dari karbon dan karbon aktif kulit pisang kepek meliputi pengujian berdasarkan pada (SNI) 06-3730-1995, Analisa Karbon Menggunakan Fourier Transform Infrared (FTIR), dan Analisa Karbon Aktif dengan X-Ray Fluorescence (XRF).

#### 4.1.1 Karakteristik Berdasarkan (SNI) 06-3730-1995

Hasil dari pengujian karakteristik karbon kulit pisang kepek yang berdasarkan SNI 06-3730-1995 tentang karbon aktif ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Karakterisasi Karbon dan Karbon Aktif dan Perbandingan dengan SNI 06-3730-1995

Parameter	SNI 06-3730-1995	Karbon Kulit Pisang kepek	Karbon Aktif Kulit Pisang kepek
Kadar Air	Maksimal 15%	13,5%	5%
Kadar Abu	Maksimal 10%	21,5%	7,5%
Kadar Volatile	Maksimal 25%	34%	23%
Kadar Karbon Terikat	Minimal 65%	44,5%	69,5%

Berdasarkan Tabel 4.1, hasil analisa kadar air pada karbon didapatkan nilai sebesar 13,5% dan pada karbon aktif sebesar 5%. Kadar air ini telah memenuhi baku mutu karbon berdasar SNI 06-3730-1995 dimana kadar air maksimum yang diperbolehkan sebesar 15%. Kadar air yang terdapat pada karbon lebih besar dibandingkan karbon aktif, hal ini dikarenakan aktivator  $H_2SO_4$  dapat menjadi *dehydrating agent*, sehingga aktivator  $H_2SO_4$  dapat mendehidrasi air yang terdapat pada rongga-rongga karbon dan karbon aktif (Alfiany dan Nurakhirawaty, 2013).

Pada bahan baku karbon aktif berupa kulit pisang kepek kandungan dalam bahan tersebut tidak hanya mengandung lignoselulosa yang dapat dikonversi menjadi karbon, akan tetapi juga mengandung mineral seperti magnesium, natrium, kalsium, dan mineral lainnya (Susmanto dkk, 2020). Kandungan mineral ini membentuk senyawa oksida-oksida mineral yang akan menghasilkan abu pada proses pembakaran. Pada tabel 4.1, kadar abu pada karbon yaitu 21,5%, sedangkan karbon aktif 7,5%. Berdasarkan hasil tersebut dapat diketahui bahwa karbon aktif yang berasal dari kulit pisang kepek telah sesuai dengan baku mutu kualitas karbon berdasar SNI 06-3730-1995 dimana kadar abu maksimum yang diperbolehkan sebesar 10%. Kadar abu karbon lebih besar dibanding karbon aktif, dikarenakan pada saat aktivasi oleh aktivator  $H_2SO_4$ , dapat melarutkan mineral mineral khususnya oksida pada pori-pori karbon (Alfiany dan Nurakhirawaty, 2013).

Pengujian kadar volatile pada pemanasan  $950^{\circ}C$  bertujuan untuk mengetahui zat volatile pada karbon dan karbon aktif kulit pisang kepek ketika dilakukan pemanasan dengan temperatur  $950^{\circ}C$ . Hasil yang dapat dilihat pada tabel 4.1 menunjukkan data kadar volatile pada suhu pemanasan sebesar  $950^{\circ}C$  untuk karbon kulit pisang kepek tidak memenuhi baku mutu standar SNI 06-3730-1995. Sedangkan, untuk kadar volatile pada karbon aktif telah sesuai dengan standar yaitu kadar volatile pada pemanasan  $950^{\circ}C$  sebesar 23%, dimana nilai maksimal yang diperbolehkan sebesar 25 %. Nilai kadar volatile pada pemanasan  $950^{\circ}C$  pada karbon lebih besar dibandingkan karbon aktif. Tingginya nilai kadar volatile pada pemanasan  $950^{\circ}C$  pada karbon terjadi disebabkan oleh kurang tingginya temperatur aktivasi termal (karbonisasi) yang digunakan, sehingga tidak sempurnanya penguraian senyawa non karbon dan senyawa kompleks lainnya pada bahan baku mengakibatkan terdapatnya zat volatile yang masih terperangkap dalam karbon (Kusdarini dkk., 2017).

Kadar karbon terikat ditentukan untuk mengetahui berapa kadar karbon yang dihasilkan, yang mana dalam perhitungan nilai tersebut dipengaruhi oleh nilai kadar abu dan kadar zat volatile (Erawati dan Afifah, 2019). Nilai kadar karbon terikat pada karbon berdasar tabel 4.1 yaitu 44,5%, sedangkan

karbon aktif 69,5%. Hasil yang didapat menunjukkan bahwa kadar karbon terikat pada karbon tidak memenuhi persyaratan standar SNI 06-3730-1995 yaitu kadar karbon terikat minimum 65%. Nilai kadar karbon terikat yang tidak memenuhi standar SNI 06-3730-1995 ini dikarenakan nilai kadar abu dan volatile yang tinggi.

#### 4.1.2 Analisa Pengujian Luas Permukaan dan Daya Serap Terhadap

##### *Methylene Blue*

Pengujian ini bertujuan mendapatkan nilai daya serap karbon dan karbon aktif kulit pisang kepok terhadap molekul-molekul yang mirip dengan *methylene blue*. *Methylene blue* digunakan sebagai parameter untuk mengukur kemampuan karbon aktif dalam mengadsorpsi molekul yang lebih besar berdasarkan standar SNI, daya serap karbon aktif minimum terhadap *methylene blue* adalah 120 mg/g (Desi dan Vinsiyah, 2015). Dari data daya serap tersebut akan didapatkan nilai luas permukaan karbon dan karbon aktif kulit pisang kepok. Data uji adsorpsi terhadap *methylene blue* oleh karbon dan karbon aktif kulit pisang kepok dapat dilihat pada tabel 4.2.

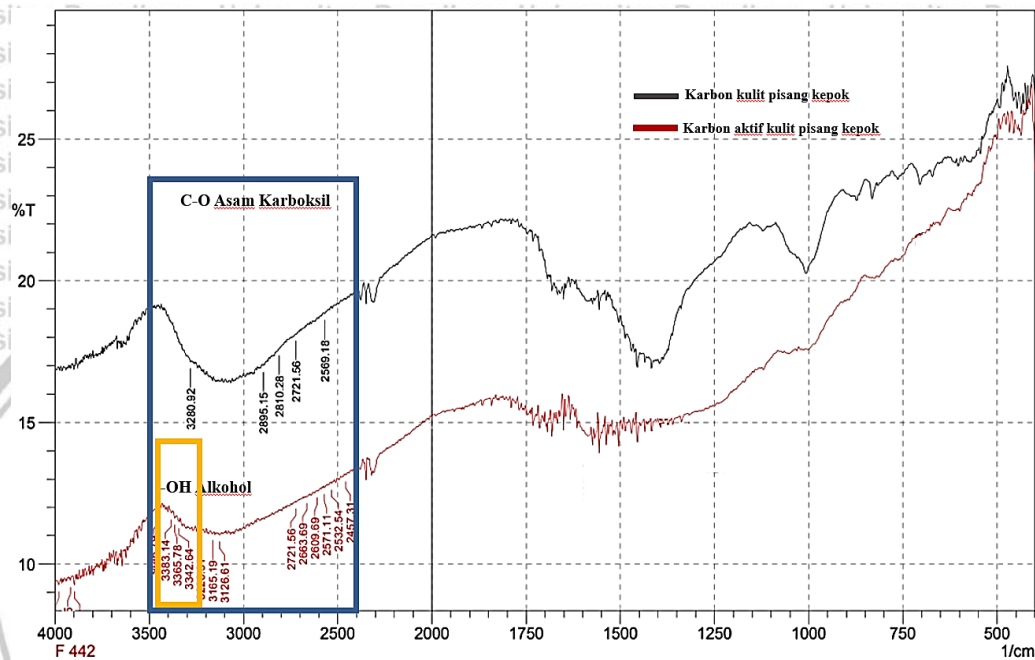
Tabel 4.2 Hasil Uji Luas Permukaan Daya Serap Terhadap *Methylene Blue*

Sampel	Xm (mg/g)	S (m <sup>2</sup> /g)
Karbon	160,47	594,991
Karbon Aktif	172,07	638,001

Dari data tersebut menunjukkan hasil analisa pengujian luas permukaan adsorben dengan daya serap terhadap *methylene blue* (Xm). Untuk masing-masing adsorben yaitu karbon dan karbon aktif kulit pisang kepok dihasilkan daya serap *methylene blue* (Xm) secara berurutan sebesar 160,47 mg/g dan 172,07 mg/g. Sedangkan hasil pengujian luas permukaan spesifik (S) didapatkan nilai yang berbeda pada karbon sebesar 594,991 m<sup>2</sup>/g sedangkan pada karbon aktif sebesar 638,001 m<sup>2</sup>/g. Dari hasil pengujian telah didapatkan daya serap karbon dan karbon aktif dari kulit pisang kepok terhadap *methylene blue* telah melebihi standar minimum sebesar 120 mg/g. Luas permukaan karbon yang lebih kecil dibandingkan dengan karbon aktif hasil yang sedemikian rupa terjadi

dikarenakan terdapatnya mineral pengotor dan juga tar dari karbonisasi yang masih menutupi pori-pori karbon (Esterlita dan Netti, 2015). Berdasarkan data pada tabel 4.2 didapatkan bahwa proses aktivasi menggunakan larutan  $H_2SO_4$  menghasilkan karbon dengan luas permukaan lebih besar karena mineral pengotor dalam pori-pori karbon dapat larut dengan prosedur aktivasi tersebut.

#### 4.1.3 Analisa *Fourier Transform Infrared* (FTIR)



Gambar 4.1 Hasil Analisa FTIR Karbon dan Karbon Aktif Kulit Pisang Kepok

Berdasarkan Gambar 4.1, hasil pengujian FTIR pada karbon dan karbon aktif dari kulit pisang kepok menunjukkan bahwa terdapat gugus fungsi C-H alkena dipanjang gelombang antara  $675-995\text{ cm}^{-1}$ . Pada panjang gelombang  $690-900\text{ cm}^{-1}$  terdapatnya gugus fungsi C=C cincin aromatik. Untuk panjang gelombang  $1000-1300\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus fungsi C-O ester. Pada gelombang  $1660-1820\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus fungsi C=O karbonil. Pada daerah serapan  $2400-3400\text{ cm}^{-1}$  mengindikasikan adanya gugus fungsi C-O asam karboksilat. Pada gelombang  $2800-3000\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus fungsi C-H alkana hanya ditemukan pada karbon. Pada daerah serapan  $2700-2760\text{ cm}^{-1}$  diketahui adanya gugus fungsi C-O aldehyd. Pada panjang gelombang  $3300-3400\text{ cm}^{-1}$  mengindikasikan terdapatnya gugus fungsi -OH Alkohol/phenol yang hanya ditemukan pada karbon aktif kulit pisang kepok.

Tabel 4.3 Karakteristik FTIR Pada Karbon dan Karbon Aktif Kulit Pisang Kepok

Daerah Rentang (cm <sup>-1</sup> )	Gugus Fungsi	Karbon	Karbon Aktif
675-995	C-H Alkena	✓	✓
690-900	C=C Cincin	✓	✓
	Aromatik		
1000-1300	C-O Ester	✓	✓
1660-1820	C=O Karbonil	✓	✓
	C-O Asam	✓	✓
2400-3400	Karboksil		
		✓	✓
2700-2760	C-O Aldehid	✓	✓
2800-3000	C-H Alkana	✓	-
3300-3400	-OH Alkohol/Phenol	-	✓

Tabel 4.3 Hasil pengujian karakteristik menggunakan FTIR menunjukkan keseluruhan gugus fungsi dari karbon dan karbon aktif kulit pisang kepok. Berdasarkan data tersebut terjadi beberapa perubahan gugus fungsi seperti hilangnya gugus alkana pada karbon aktif dan terbentuknya gugus alkohol yang berada pada karbon aktif. Hal ini menunjukkan bahwa proses aktivasi menggunakan aktivator H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,2 M dapat mempengaruhi gugus fungsi penyusun dari karbon. Munculnya gugus alkohol/phenol dapat terjadi akibat zat asam dapat berperan untuk menambah gugus fungsi suatu bahan (Juliandini, 2008). Sedangkan untuk hilangnya gugus alkana dapat terjadi karena aktivator asam juga dapat merusak sebagian gugus fungsi dari karbon aktif saat proses aktivasi (Juliandini, 2008).

#### 4.1.4 Analisa X-Ray Fluorescence (XRF)

Pengujian ini digunakan untuk menganalisa komposisi unsur yang ada dan senyawa oksida yang terkandung dalam karbon dari kulit pisang kepok sebelum dan sesudah proses aktivasi secara kimia dengan menggunakan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Hasil uji XRF pada karbon dan karbon aktif kulit pisang kepok ditunjukkan pada tabel 4.4.



Tabel 4.4 Karakteristik XRF Pada Karbon dan Karbon Aktif

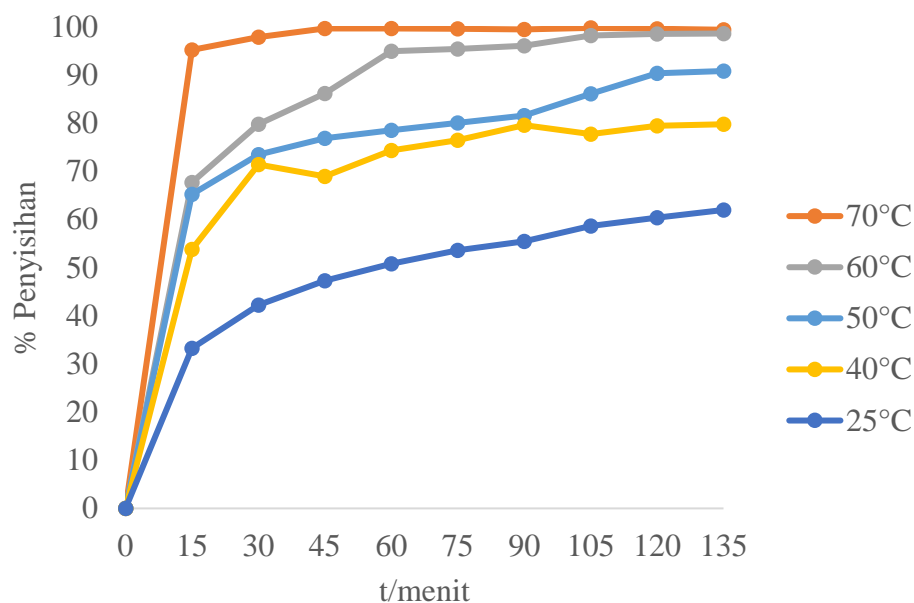
Unsur	Senyawa	Karbon (%)	Karbon Aktif (%)
Cu	CuO	0,14	0,47
Fe	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,49	1,6
K	K <sub>2</sub> O	94,1	12,6
P	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2,8	9,4
Zn	ZnO	0,15	0,3
Mn	MnO	0,6	3

Berdasarkan hasil poengujian menggunakan XRF pada tabel 4.4 tersebut senyawa mineral oksida yang terbesar pada karbon dan karbon aktif kulit pisang kepok pada tabel 4.4 diketahui jika senyawa oksida terbesar adalah K<sub>2</sub>O. Dimana pada karbon kandungan K<sub>2</sub>O sebesar 94,1% sedangkan kandungan K<sub>2</sub>O pada karbon aktif sebesar sebesar 12,6 %. Kandungan mineral oksida K<sub>2</sub>O yang menurun secara signifikan dari karbon ke karbon aktif disebabkan oleh aktivator H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> yang digunakan. Aktivator H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> merupakan aktivator yang bersifat asam dapat melarutkan mineral-mineral oksida saat proses aktivasi sehingga lebih optimum dalam memperluas permukaan karbon, terutama terhadap bahan yang mengandung lignoselulosa tinggi (Esterlita dan Netti, 2015). Terdapat peningkatan yang cukup kecil pada presentase senyawa mineral oksida pada karbon yang telah diaktivasi hal ini terjadi dikarenakan penurunan persentase senyawa K<sub>2</sub>O yang sangat signifikan dan menyebabkan persentase mineral oksida lain meningkat.

#### 4.2 Pengaruh Variasi Temperatur Adsorpsi Terhadap Penyisihan Cr (VI)

Pada pengujian dan penelitian ini proses adsorpsi dilakukan pada kondisi asam, yaitu pada pH 2 dengan konsentrasi awal adsorbat Cr (VI) sebesar 50 ppm. Pengondisian larutan sintesis tersebut dilakukan untuk memenuhi kondisi aktual limbah industri elektroplating dimana jumlah ion C (VI) dari limbah cair salah satu industri elektroplating yaitu sebesar 49,502 mg/l Cr<sup>6+</sup> (Pahlevi, dkk. 2017). Pada pH antara 2 dan 6, ion Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup> dan HCrO<sub>4</sub><sup>-</sup> berada dalam kesetimbangan. (Javadian *et al.*, 2013).

Pengaruh variasi temperatur adsorpsi karbon aktif kulit pisang kepok terhadap penyisihan Cr (VI), dapat terlihat pada Gambar 4.5.



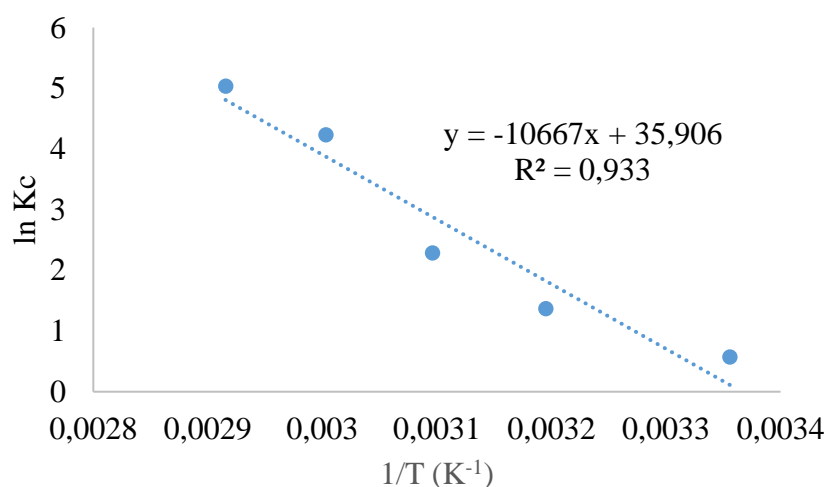
Gambar 4.2 Grafik Hubungan Temperatur Adsorpsi Terhadap Penyisihan Cr (VI)

Pada Gambar 4.2, didapatkan data persen penyisihan pada variasi temperatur adsorpsi yaitu pada suhu ruang, 40 °C, 50 °C, 60 °C dan 70 °C pada menit ke-135 berturut-turut 61,9%; 78,67%; 88,12%; 98,67%; dan 99,35%. Berdasarkan data yang didapatkan tersebut semakin tinggi temperatur adsorpsi maka semakin tinggi persen penyisihan Cr (VI) yang dihasilkan. Peningkatan temperatur dapat meningkatkan laju difusi zat terlarut ke area adsorpsi sehingga meningkatkan efektifitas adsorpsi (Aktas, 2007). Selain itu pada teori (Dula dkk.,2014) peningkatan penyisihan terhadap temperatur adsorpsi disebabkan oleh adanya kenaikan energi kinetik partikel adsorben. Dengan kenaikan energi kinetik tersebut maka frekuensi terjadinya tumbukan antara adsorben dan adsorbat meningkat, dan menyebabkan meningkatnya adsorpsi pada permukaan adsorben.

Berdasarkan data penelitian pengaruh temperatur adsorpsi terhadap persentase penyisihan Cr (VI) didapatkan penyisihan paling optimum pada suhu 70°C dan pada waktu 30 menit dimana didapatkan data penyisihan Cr (VI) sebesar 99,35%.

### 4.3 Kajian Termodinamika Adsorpsi

Pada penelitian ini, kajian termodinamika adsorpsi berfokus pada parameter-parameter termodinamika berupa entropi adsorpsi ( $\Delta S^\circ$ ), entalpi adsorpsi ( $\Delta H^\circ$ ), dan energi bebas adsorpsi ( $\Delta G^\circ$ ). Penentuan parameter dilakukan dengan menentukan terlebih dahulu konstanta kesetimbangan adsorpsi ( $\ln K_c$ ) untuk masing-masing temperatur. Penentuan nilai entalpi adsorpsi ( $\Delta H^\circ$ ) dan entropi adsorpsi ( $\Delta S^\circ$ ) dilakukan dengan plot kurva hubungan dari  $\ln K_c$  terhadap  $1/T$  yang ditampilkan pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Kurva hubungan  $\ln K_c$  terhadap  $1/T$

Plot antara  $\ln K_c$  dan  $1/T$  yang ditunjukkan pada Gambar 4.3 memiliki hubungan linier yang cukup baik dengan nilai slope dan intersep yang telah ditentukan masing-masing sebesar -10.667 dan 35.906 serta koefisien korelasi  $R^2$  adalah 0,933. Perubahan entalpi adsorpsi ( $\Delta H^\circ$ ) dan perubahan entropi adsorpsi ( $\Delta S^\circ$ ) dihitung dan ditampilkan pada Tabel 4.3 bersama dengan perubahan energi bebas Gibbs dari adsorpsi yang dihitung berdasarkan persamaan 2.1-2.3.

Tabel 4.5 Parameter termodinamika adsorpsi ion logam Cr(VI) dengan karbon aktif dari kulit pisang kepok teraktivasi  $H_2SO_4$

T (°C)	$\Delta H^\circ$ (kJ/mol.K)	$\Delta S^\circ$ (kJ/mol.K)	$\Delta G^\circ$ (kJ/mol)
25			-0,1
40			-4,570
50	+88,719	0,298	-7,551
60			-10,532
70			-13,512

Berdasarkan Tabel 4.5 didapatkan nilai  $\Delta H^\circ$  sebesar +88,719 kJ/mol.K. Entalpi adsorpsi yang bernilai positif menggambarkan bahwa adsorpsi ion logam Cr(VI) dengan penggunaan karbon aktif dari kulit pisang kepok teraktivasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> berjalan secara endoterm (Yang *et al.*, 2014). Hal ini terlihat bahwa kapasitas adsorpsi ion logam Cr(VI) terdapat peningkatan sehubungan dengan kenaikan temperatur. Selain itu, proses adsorpsi juga dapat dikategorikan sebagai adsorpsi kimia. Adsorpsi kimia merupakan adsorpsi yang pada prosesnya terbentuknya ikatan kimia dan perubahan entalpi adsorpsi lebih besar dari 42 kJ/mol.K (Yang *et al.*, 2014).

Dari Tabel 4.5 didapatkan nilai entropi adsorpsi bernilai 0,298 kJ/mol.K. Nilai  $\Delta S^\circ$  positif, menunjukkan peningkatan keacakan pada *interface* padat/cair (Wang *et al.*, 2012). Sedangkan, parameter energi bebas adsorpsi ( $\Delta G^\circ$ ) yang didapatkan pada 25°C sampai 70°C menghasilkan energi bebas adsorpsi bernilai negatif dari -0,1 hingga -13,513 kJ/mol. Dari data yang didapatkan tersebut pada proses adsorpsi ion logam Cr(VI) menggunakan kulit pisang kepok teraktivasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> berjalan secara spontan dan spontanitas adsorpsi meningkat dengan meningkatnya temperatur (Wang *et al.*, 2012). Hal ini mengindikasikan bahwa dengan meningkatnya temperatur maka akan semakin menguntungkan pada proses adsorpsi. Beberapa penelitian terdahulu tentang kanjian termodinamika adsorpsi ion Cr(VI) ditunjukkan pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Data Termodinamika adsorpsi ion Cr(VI) pada berbagai adsorben

Adsorben	$\Delta H$ (kJ/mol)	$\Delta S$ (kJ/mol.K)	$\Delta G$ (kJ/mol)	T (°C)	Pustaka
			-0,15	19,85	
			-49,34	24,85	
Limbah teh	2860,173	9,767	-98,53	29,85	(Nigam <i>et al.</i> , 2019)
			-147,72	34,85	
			-196,91	39,85	
			-11,40	25,35	
KIP210 resin	26,5	0,1267	-12,50	35,05	(Yang <i>et al.</i> , 2014)
			-13,70	44,85	

Adsorben	$\Delta H$ (kJ/mol)	$\Delta S$ (kJ/mol.K)	$\Delta G$ (kJ/mol)	T (°C)	Pustaka
Grafena oksida	172,32	57,44	-284,50	24,85	(Mondal <i>et al.</i> , 2020)
			-771,41	29,85	
			-968,69	49,85	
			-3586,05	59,85	
			-1198,43	69,85	
Kulit pepaya	10,467	0,057	-6,31	20,00	(Mekonnen <i>et al.</i> , 2020)
			-6,57	25,00	
			-6,78	30,00	
			-7,17	35,00	
			-7,47	40,00	
			-7,69	45,00	

Berdasarkan tabel 4.5 dan 4.6 nilai entalpi standar adsorpsi menggunakan adsorben dari kulit pisang lebih tinggi dibandingkan dengan adsorpsi menggunakan kulit pepaya dan KIP210. Namun, lebih rendah dibandingkan dengan grafena oksida dan limbah teh. Nilai entalpi adsorpsi menunjukkan karakteristik dari kekuatan interaksi adsorbat pada permukaan adsorben. Semakin tinggi nilai entalpi adsorpsi maka kekuatan interaksinya semakin kuat (Zhang dkk., 2014). Interaksi kuat tersebut dapat menjadi driving force bagi proses adsorpsi sehingga mempercepat penyerapan adsorbat pada suhu yang lebih tinggi (Kumar *et al.*, 2004).

Begitu juga untuk nilai entropi standar adsorpsi dari kulit pisang lebih tinggi dibandingkan dengan kulit pepaya dan KIP210. Namun, lebih rendah dibandingkan dengan grafena oksida dan limbah teh. Nilai entropi standar yang lebih kecil menunjukkan bahwa ketidakteraturan dalam proses adsorpsi semakin sedikit.

Sedangkan, untuk nilai energi bebas adsorpsi menggunakan adsorben dari kulit pisang lebih tinggi dibandingkan dengan adsorben lainnya. Namun, nilai energi bebas adsorpsi dari semua jenis adsorben mengalami penurunan pada setiap kenaikan suhu. Hal ini menunjukkan bahwa pada semua adsorben, adsorpsi ion Cr(VI) semakin mudah terjadi pada suhu tinggi.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

1. Variasi temperatur adsorpsi oleh karbon aktif dari kulit pisang kepok berpengaruh terhadap penyisihan ion logam Cr (VI) dimana semakin tinggi temperatur adsorpsi maka persentase penyisihan terhadap ion Cr (VI) semakin besar pada penelitian ini didapatkan nilai penyisihan paling optimum pada suhu 70 °C sebesar 99,35% dengan proses adsorpsi selama 45 menit.
2. Parameter termodinamika adsorpsi ion logam Cr(VI) dengan menggunakan karbon aktif dari kulit pisang kepok menghasilkan nilai entalpi adsorpsi ( $\Delta H^\circ$ ) dan entropi adsorpsi ( $\Delta S^\circ$ ) masing-masing sebesar +88718,69 J/mol.K dan 298,05 J/mol.K, hal ini menunjukkan bahwa adsorpsi bersifat endoterm dan terjadinya peningkatan keacakan pada *interface* padat/cair. Sedangkan, nilai energi bebas adsorpsi ( $\Delta G^\circ$ ) yang didapatkan dari setiap suhu menghasilkan nilai negatif yang menunjukkan bahwa adsorpsi berjalan secara spontan.

#### 5.2 Saran

1. Diperlukan penelitian lebih lanjut yang berkaitan dengan variabel proses adsorpsi meliputi kecepatan pengadukan, pH larutan dan massa adsorben sehingga didapatkan penyisihan yang memenuhi baku mutu.
2. Perlu kajian lanjut mengenai aktivasi karbon yang meliputi jenis aktivator dan kondisi operasi aktivasi untuk menghasilkan karbon aktif dengan kinerja maksimal dalam adsorpsi ion Cr (VI).
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut kajian termodinamika adsorpsi pada sistem adsorpsi kontinu.

## Daftar Pustaka

- Alfiany, H., Bahri, S., & Nurakhirawati, N. (2013). Kajian Penggunaan Arang Aktif Tongkol Jagung Sebagai Adsorben Logam Pb Dengan Beberapa Aktivator Asam. *Natural Science: Journal of Science and Technology*, 2(3).
- Anggraeni, Neny. (2010). Dunia para penemu : Faraday dan kelistrikan / Neny Anggraeni. Jakarta : Elex Media Komputindo
- Asmadi, A., Endro, S., & Oktawan, W. (2009). Pengurangan chrom (Cr) dalam limbah cair industri kulit pada proses tannery menggunakan senyawa alkali Ca (OH) 2, NaOH dan NaHCO3 (Studi Kasus PT. Trimulyo Kencana Mas Semarang). *Jurnal Air Indonesia*, 5(1).
- Awad, A. M., Jalab, R., Benamor, A., Nasser, M. S., Ba-Abbad, M. M., El-Naas, M., & Mohammad, A. W. (2020). Adsorption of organic pollutants by nanomaterial-based adsorbents: An overview. *Journal of Molecular Liquids*, 301, 112335.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Malang. 2020. *Produksi Tanaman Pisang Di Kabupaten Malang*. Malang: Badan Pusat Statistik Kabupaten Malang.
- Balan, C., Volf, I., & Bilba, D. 2013. Chromium (VI) removal from aqueous solutions by purolite base anion-exchange resins with gel structure. *Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly/CICEQ*, 19(4), 615-628. Romania : CI & CEQ
- Berniyanti, T. (2020). *Biomarker Toksisitas: Paparan Logam Tingkat Molekuler*. Airlangga University Press.
- Brouwer, P. (2003). *Theory of XRF Gritting Acquainted with the Principles*. Netherland: Panalytical B.V.
- Chen, C., Chen, D., Xie, S., Quan, H., Luo, X., & Guo, L. (2017). Adsorption behaviors of organic micropollutants on zirconium metal-organic framework UiO-66: analysis of surface interactions. *ACS applied materials & interfaces*, 9(46), 41043-41054.
- Chowdhury, Z. K. (2013). *Activated carbon: solutions for improving water quality*. American Water Works Association.

Desi, A. S., & Vinsiah, R. (2015). Pengaruh Variasi Suhu Karbonisasi terhadap Daya Serap Karbon Aktif Cangkang Kulit Buah Karet (*Hevea brasiliensis*). *SEMIRATA 2015*.

Dula, T., Siraj, K., & Kitte, S. A. (2014). Adsorption of hexavalent chromium from aqueous solution using chemically activated carbon prepared from locally available waste of bamboo (*Oxytenanthera abyssinica*). *International Scholarly Research Notices*, 2014.

Effendi, N., & Kasmah, K. (2019). Produksi dan Karakterisasi Gelatin dari Limbah Tulang Ayam dengan Menggunakan Spektrofotometer Ftir (Fourier Transform Infra Red). *Majalah Farmaseutik*, 15(2), 96-104.

Erawati, E., & Afifah, E. F. N. (2019). Pembuatan Karbon Aktif dari Gergaji Kayu Jati (*Tectona grandis* L, f)(Ukuran Partikel dan Jenis Aktivator). *Proceeding of The URECOL*, 97-104.

Gandjar, I. G., & Rohman, A. (2018). Spektroskopi Molekular untuk Analisa Farmasi. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.

Hernawati dan A. Aryani. 2007. Kajian Sifat Fisik dan Kimia Tepung Kulit Pisang Hasil Pengeringan Oven dan Jemur. FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia. Bandung

Ihlas, A., Soba, J., Putri, I. D., Najmudin, H., & Putri, F. A. (2020). Sintesis Dan Karakterisasi Karbon Aktif Dari Karbon Tempurung Kelapa Komersial Synthesis And Characterization Of Active Carbon From Commercial Coconut Shell Carbon. In *Seminar Nasional Teknologi Bahan Dan Barang Teknik* (p. 16).

Javadian, H., Ahmadi, M., Ghiasvand, M., Kahrizi, S., & Katal, R. (2013). Removal of Cr (VI) by modified brown algae *Sargassum bevanom* from aqueous solution and industrial wastewater. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 44(6), 977-989.

Kumar, R., Bhagia, S., Smith, M. D., Petridis, L., Ong, R. G., Cai, C. M., ... & Wyman, C. E. (2018). Cellulose–hemicellulose interactions at elevated temperatures increase cellulose recalcitrance to biological conversion. *Green Chemistry*, 20(4), 921-934.



Kusdarini, E., Budianto, A., & Ghafarunnisa, D. (2017). Produksi Karbon Aktif dari Batubara Bituminus dengan Aktivasi Tunggal  $H_3PO_4$ , Kombinasi  $H_3PO_4-NH_4HCO_3$ , dan Termal. *Reaktor*, 17(2), 74-80.

Manik, G. P. (2008). Penyisihan ion logam krom dari air limbah melalui proses biosorpsi menggunakan daging buah tanaman jambu klutuk (psidium guajava) sebagai biosorben. Universitas Indonesia. Skripsi

Mario, H., Lim, M. K., & Gan, C. L. (2012, July). Impact of pre-existing voids on electromigration in copper interconnects. In *2012 19th IEEE International Symposium on the Physical and Failure Analysis of Integrated Circuits* (pp. 1-5). IEEE.

Marsh, H., & Reinoso, F. R. (2006). *Activated carbon*. Elsevier.

Marwati, S., & Padmaningrum, R. T. (2007). Karakterisasi Sifat Fisika-Kimia Limbah Cair Industri Electroplating.

Meilita T dan Tuti S. 2003. Arang Aktif (Pengenal dan Proses Pembuatannya).

Medan: Jurusan Teknik Industri Universitas Sumatera Utara.

Mekonnen, E., Yitbarek, M., & Soreta, T. R. (2015). Kinetic and thermodynamic studies of the adsorption of Cr (VI) onto some selected local adsorbents. *South African Journal of Chemistry*, 68, 45-52.

Mondal, N. K., & Chakraborty, S. (2020). Adsorption of Cr (VI) from aqueous solution on graphene oxide (GO) prepared from graphite: equilibrium, kinetic and thermodynamic studies. *Applied Water Science*, 10(2), 1-10.

Muna, A.N. 2011. Kinetika Adsorpsi Karbon Aktif Dari Pelepah Pisang Sebagai Adsorben Untuk Penyerapan Ion Logam Cr(VI) Pada Air Limbah Industri. Universitas Negeri Semarang. Skripsi

Nielsen, S. S. (2017). *Food Analysis*. Indiana: Springer.

Nigam, M., Rajoriya, S., Singh, S. R., & Kumar, P. (2019). Adsorption of Cr (VI) ion from tannery wastewater on tea waste: kinetics, equilibrium and thermodynamics studies. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 7(3), 103188.

Pahlevi, M. N., Mirwan, A., & Triwulandari, R. (2013). Pengambilan Logam  $Cr^{6+}$  Dan Cr Total Dari Limbah Industri Elektroplating Secara Elektrokogulasi. *Konversi*, 1(1), 45-50.

Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 52 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah untuk Industri Pelapisan Logam.

PURBA, C. O. (2010). Pengaruh Kcn Terhadap Kandungan Gula-Gula Pereduksi Buah Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* L.) Selama Proses Pematangan.

Priyadarshini, B., Patra, T., & Sahoo, T. R. (2020). An efficient and comparative adsorption of Congo red and Trypan blue dyes on MgO nanoparticles: Kinetics, thermodynamics and isotherm studies. *Journal of Magnesium and Alloys*.

Rahmansyah, A., Larashima, L., Ismuyanto, B., & NH, A. D. S. (2016). Pembuatan Karbon Aktif Berbasis Kulit Pisang dengan Variasi Suhu Karbonisasi. *Jurnal Mahasiswa Teknik Kimia*, 1(4).

Rouquerol, J., Rouquerol, F., Llewellyn, P., Maurin, G., & Sing, K. S. (2013). Adsorption by powders and porous solids: principles, methodology and applications. Academic press.

Seepe, L. (2015). The Use of Cassava Waste in The Removal of Cobalt, Chromium, and Vanadium Metal Ions from Synthetic Effluents. Johannesburg: University of the Witwatersrand.

Sembiring, Meilita Triana & Sinaga. 2003. *Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatannya)*. Universitas Sumatra Utara.

Setiawati, D. R., Sinaga, A. R., & Dewi, T. K. (2013). Proses Pembuatan bioetanol dari kulit pisang kepok. *Jurnal Teknik Kimia*, 19(1).

Siregar, Y. D. I., Heryanto, R., Lela, N., & Lestari, T. H. (2015). Karakterisasi Karbon Aktif Asal Tumbuhan dan Tulang Hewan Menggunakan FTIR dan Analisis Kemometrika. *Jurnal Kimia Valensi*, 1(2), 103-116.

Suhartati, T. (2017). Dasar-Dasar Spektrofotometri Uv-Vis dan Spektrometri Massa untuk Penentuan Struktur Senyawa Organik. Lampung: CV. Anugrah Utama Raharja.

Sumada, K. (2012). Kajian instalasi pengolahan air limbah industri elektroplating yang efisien. *Jurnal Teknik Kimia*, 1(01), 26-35.

Surest, A. H., Permana, I., & Wibisono, R. G. (2010). Pembuatan karbon aktif dari cangkang biji ketapang. *Jurnal Teknik Kimia*, 17(4).

Wahidatun, K. W., Krisdiyanto, D., Khamidinal, K., & Nugraha, I. Kesetimbangan, Kinetika Dan Termodinamika Adsorpsi Logam Cr (Vi) Pada Zeolit Alam Dari Klaten Yang Teraktivasi Asam Sulfat. *Jurnal Sains dan Terapan Kimia*, 9

Wang, H., Wang, B., Li, J., dan Zhu, T. (2019). Adsorption equilibrium and thermodynamics of acetaldehyde/acetone on activated carbon. *Separation and Purification Technology*, 209, 535–541.

Widihati, I. A. G., Suastuti, N. G. D. A., & Nirmalasari, M. Y. (2012). Studi kinetika adsorpsi larutan ion logam kromium (Cr) menggunakan arang batang pisang (Musa paradisiaca). *Jurnal Kimia (Journal of Chemistry)*.

Yang, J., Yu, M., & Qiu, T. (2014). Adsorption thermodynamics and kinetics of Cr (VI) on KIP210 resin. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 20(2), 480-486.

Yuanisa, A., Ulum, K., & Wardani, A. K. (2015). Pretreatment lignoselulosa batang kelapa sawit sebagai langkah awal pembuatan bioetanol generasi kedua: Kajian Pustaka. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3(4), 1620-1626.

Yuliono, Y., Herawati, N., & Maryono, M. (2014). Kapasitas Adsorpsi Arang Aktif Batang Pisang (Musa paradisiaca) Terhadap Ion Logam Kromium VI. *Chemica: Jurnal Ilmiah Kimia dan Pendidikan Kimia*, 15(2), 24-32.

Zhang, S., Liu, T., Hao, C., Wang, L., Han, J., Liu, H., & Zhang, J. (2018). Preparation of a lignin-based vitrimer material and its potential use for recoverable adhesives. *Green Chemistry*, 20(13), 2995-3000.

**LAMPIRAN**

**Lampiran A. Yield Pengeringan Kulit Pisang Kepok**

Proses pengeringan kulit pisang kepok dilakukan dengan secara bertahap dengan total 15 kali pengeringan dimana massa total kulit pisang sebelum pengeringan sebesar 3147,65 gram dilakukan dengan suhu 105 °C hingga didapatkan massa kulit pisang kepok konstan total sebesar 1105,05 gram.

Massa awal kulit pisang kepok ( basah ) = 3147,65 gram

Massa akhir kulit pisang kepok ( konstan ) = 1105,05 gram

Massa akhir kulit pisang kepok ( konstan )

Dimana yield pengeringan =  $\frac{\text{Massa akhir kulit pisang kepok ( konstan )}}{\text{Massa awal kulit pisang kepok ( basah )}} \times 100\%$

Didapatkan yield pengeringan sebesar 35 %

**Lampiran B. Yield Karbonisasi Kulit Pisang Kepok**

Karbonisasi dilakukan sebanyak 8 kali dengan keterangan karbonisasi 3 dan 4 terkendala reaktor karbonisasi berikut rincian massa karbon yang didapatkan:

Tabel B.1 Yield Karbonisasi Kulit Pisang Kepok

Karbonisasi Ke-	Tanggal	m awal (gr)	m akhir (gr)	Yield	Yield rata-rata
1	04/06/2021	53.75	17	32%	
2	04/07/2021	100	34.19	34%	
5	19/4/2021	80	25.5	32%	
6	20/4/2021	80	24.89	31%	33%
7	21/4/2021	100	32.23	32%	
8	26/4/2021	100	34.07	34%	
Total			167.88		

**Lampiran C. Analisa Kadar Air Karbon dan Karbon Aktif**

Pengujian kadar air pada karbon dan karbon aktif masing masing dilakukan 2 kali. Berikut hasil dari uji kadar air pada karbon dan karbon aktif. Nilai kadar air dapat diketahui melalui persamaan berikut:

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{a-b}{a} \times 100\%$$

Dimana : a = massa karbon/karbon aktif sebelum pemanasan (gram)

b = massa karbon/karbon aktif sesudah pemanasan (gram)

Tabel C.1 Kadar Air Pada Karbon Kulit Pisang Kepok

No.	Massa Karbon (gram)		Kadar Air (%)
	Massa awal	Massa Akhir	
1.	1	0,87	13
2.	1	0,86	14
	Rata-rata		13,5

Tabel C.2 Kadar Air Pada Karbon Aktif Kulit Pisang Kepok

No.	Massa Karbon Aktif (gram)		Kadar Air (%)
	Massa awal	Massa Akhir	
1.	1	0,95	5
2.	1	0,95	5
	Rata-rata		5

Dari data diatas tersebut didapatkan nilai kadar air pada karbon kulit pisang kepok sebesar 13,5% dan 5% pada karbon aktif kulit pisang kepok.

**Lampiran D. Analisa Kadar Abu Pada Karbon dan Karbon Aktif**

Pengujian kadar abu pada karbon dan karbon aktif dilakukan 2 kali dan hanya 1 yang berhasil . Berikut hasil dari uji kadar abu pada karbon dan karbon aktif. Nilai kadar abu dapat diketahui melalui persamaan berikut :

$$Kadar\ abu\ (\%) = \frac{b}{a} \times 100\%$$

Dimana: a = massa karbon/karbon aktif sebelum pembakaran (gram)

b = massa karbon/karbon aktif sesudah pembakaran (gram)

- Karbon

Massa Awal = 2 gram

Massa Akhir = 0,43 gram

Kadar Abu = 21,5%

- Karbon Aktif

Massa Awal = 2 gram

Massa Akhir = 0,15 gram

Kadar Abu = 7,5%

Dari hasil tersebut didapatkan nilai kadar abu pada karbon sebesar 21,5% dan pada karbon aktif sebesar 7,5%

**Lampiran E. Analisa Kadar Volatile (Bagian yang Hilang Saat Pemanasan 950°C)**

Pengujian kadar bagian yang hilang pada pemanasan 950°C pada karbon dan karbon aktif dilakukan 1 kali. Berikut hasil dari uji kadar bagian yang hilang pada pemanasan 950°C

Nilai kadar bagian yang hilang pada pemanasan 950°C dapat diketahui melalui persamaan berikut :

$$\text{Kadar bagian yang hilang pada pemanasan } 950^{\circ}\text{C} (\%) = \frac{a-b}{a} \times 100\%$$

Keterangan : a = massa karbon/karbon aktif sebelum pemanasan (gram)

b = massa karbon/karbon aktif sesudah pemanasan (gram)

- Karbon

Massa Awal = 1 gram

Massa Akhir = 0,66 gram

$$\text{Kadar Volatile} = \frac{1-0,66}{1} \times 100\% = 34\%$$

- Karbon Aktif

Massa Awal = 1 gram

Massa Akhir = 0,77 gram

$$\text{Kadar Volatile} = \frac{1-0,77}{1} \times 100\% = 23\%$$

Berdasarkan data perhitungan tersebut didapatkan nilai kadar volatile pada karbon sebesar 34% dan 23% pada karbon aktif kulit pisang kepok.

**Lampiran F. Perhitungan Kadar Karbon Terikat (Fixed Carbon)**

Nilai kadar karbon terikat (fixed carbon) dapat diketahui melalui persamaan berikut :

$$\text{Kandungan karbon terikat} (\%) = 100 - (\text{kadar air} + \text{kadar abu} + \text{kadar volatil})$$

- Karbon

Kadar Air = 13,5 %

Kadar Abu = 21,5 %

Kadar Volatile = 34 %

$$\text{Kadar Karbon Terikat} = 100 - (13,5\% + 21,5\% + 34\%) = 31\%$$

- Karbon Aktif

Kadar Air = 5 %

Kadar Abu = 7,5 %

Kadar Volatile = 23 %

Kadar Volatile =  $100 - (5\% + 7,5\% + 23\%) = 64,5\%$

Dari data perhitungan diatas diketahui nilai karbon terikat pada karbon dan karbon aktif kulit pisang kepok berturut-turut 31% dan 64,5%

**Lampiran G. Analisa Pengujian Luas Permukaan Dengan Daya Serap Terhadap Methylene Blue**

**a. Pembuatan Larutan Induk Methylene Blue**

Larutan induk methylene blue 25 ppm sebanyak 250 mL. Larutan induk methylene blue dibuat dengan cara melarutkan 0,00625 gram methylene blue ke dalam 250 mL aquademin. Untuk mencari massa methylene blue yang digunakan maka dicari menggunakan persamaan berikut :

$$\text{ppm} = \frac{\text{massa (mg)}}{\text{Volume (L)}}$$

$$25 \text{ ppm} = \frac{\text{massa (mg)}}{0,250 \text{ (L)}}$$

$$\text{massa} = 0,00625 \text{ gram methylene blue}$$

**a. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum**

Penentuan panjang gelombang maksimum dilakukan dengan spektrofotometer uv-vis menggunakan larutan methylene blue 3 ppm dalam range panjang gelombang 500 nm hingga 700 nm. Didapatkan panjang gelombang maksimum sebesar 663,8 nm

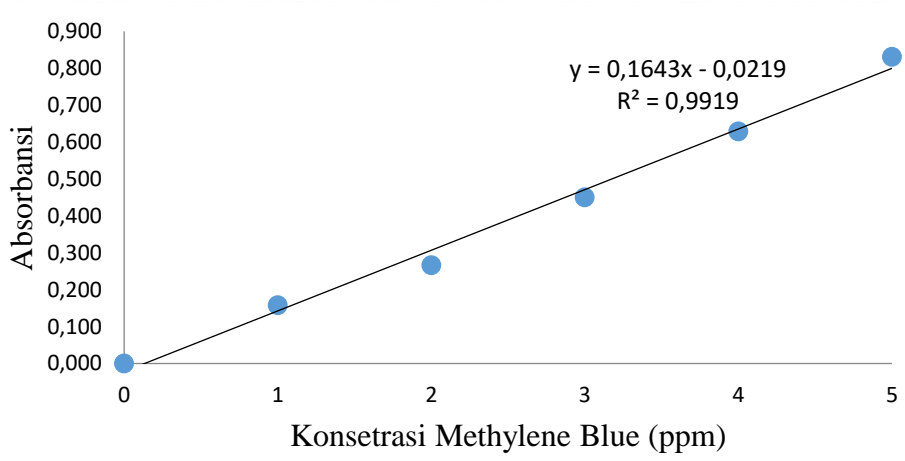
**b. Kurva Kalibrasi**

Kurva kalibrasi didapatkan setelah membuat larutan baku 1-5 ppm kemudian diuji menggunakan spektrofotometer UV-Vis, Hasil yang didapatkan dari pengujian tersebut ialah data absorbansi setiap konsentrasi. Untuk mendapatkan persamaan linear, dilakukan fitting kurva antara data absorbansi yang didapat dan konsentrasi larutan baku. Tujuan pembuatan kurva kalibrasi ialah digunakan untuk menentukan konsentrasi larutan kerja yang telah dilakukan setelah proses adsorpsi methylene blue

Tabel G.1 Data Kurva Kalibrasi



No.	Konsentrasi <i>Methylene Blue</i> (ppm)	Absorbansi (Abs.)
1	0	0.000
2	1	0.158
3	2	0.266
4	3	0.450
5	4	0.629
6	5	0.831



Gambar G.1 Kurva Kalibrasi *Methylene Blue*

Berdasarkan gambar didapat persamaan kurva kalibrasi methylene blue sebagai berikut :

$$y = 0,1643x - 0,0219 \quad R^2 = 0,9919$$

Persamaan ini digunakan untuk menentukan konsentrasi methylene blue pada larutan sampel setelah proses adsorpsi dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

c. Data Hasil Uji Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis

Tabel G.2 Data Hasil Uji Sampel Methylene Blue Dengan Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis.

Sampel	Absorbansi	Konsentrasi (ppm)
karbon	0.849	5.347
karbon aktif	0.662	4.187

d. Perhitungan Daya Serap dan Luas Permukaan Methylene Blue

Tabel G.3 Luas Permukaan Karbon dan Karbon Aktif Daya Serap *Methylene Blue*



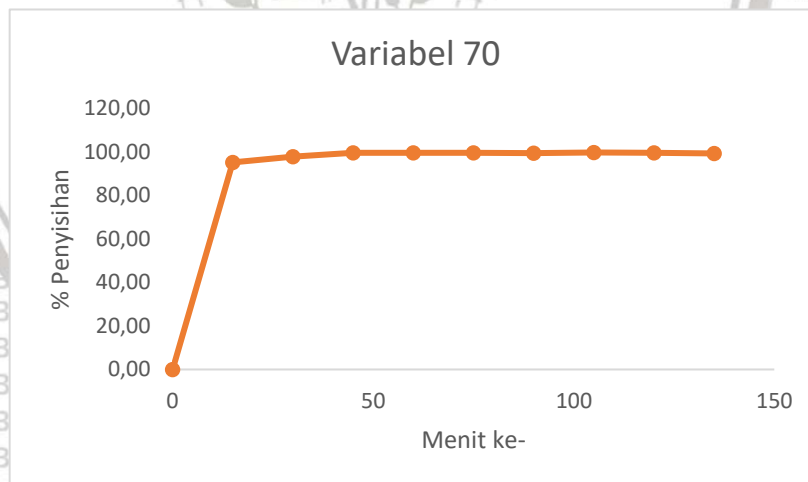
Sampel	Xm (mg/g)	S (m <sup>2</sup> /g)
Karbon	160.47	594.991
Karbon Aktif	172.07	638.001

Dari tabel diatas didapatkan nilai daya serap *methylene blue* pada karbon sebesar 160,47 mg/g dan 172,07 pada karbon aktif. Sedangkan luas permukaan karbon sebesar 595,991 m<sup>2</sup>/g dan 638.001 m<sup>2</sup>/g pada karbon aktif.

**Lampiran H. Data Spektrofotometer Uv-Vis Sampel dan Penyisihan Cr (VI)**

**Tabel H.1 Data Temperatur Adsorpsi Suhu 70 °C**

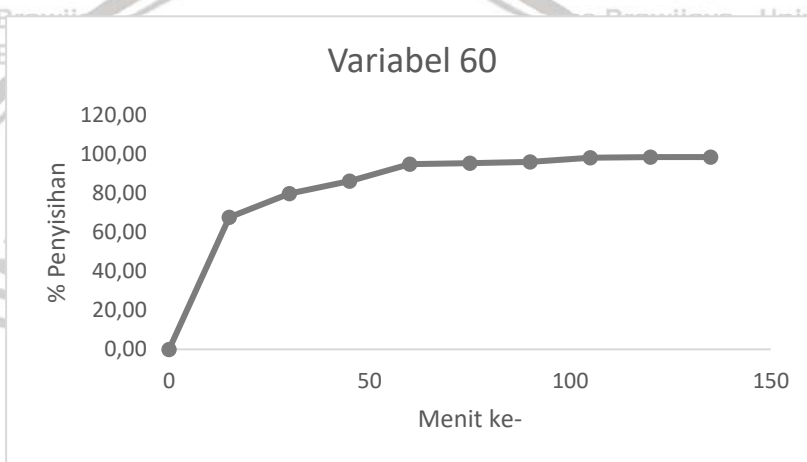
No.	Menit ke-	Konsentrasi	Fp	Konsentrasi aktual	% Penyisihan
1	0	0.867	50	43.35	0.00
2	15	0.21	10	2.1	95.16
3	30	0.093	10	0.93	97.85
4	45	0.017	10	0.17	99.61
5	60	0.015	10	0.15	99.65
6	75	0.018	10	0.18	99.58
7	90	0.026	10	0.26	99.40
8	105	0.011	10	0.11	99.75
9	120	0.018	10	0.18	99.58
10	135	0.028	10	0.28	99.35



**Gambar H.1 Grafik Hubungan Temperatur 70 °C Terhadap Penyisihan Cr (VI)**

**Tabel H.2 Data Temperatur Adsorpsi Suhu 60 °C**

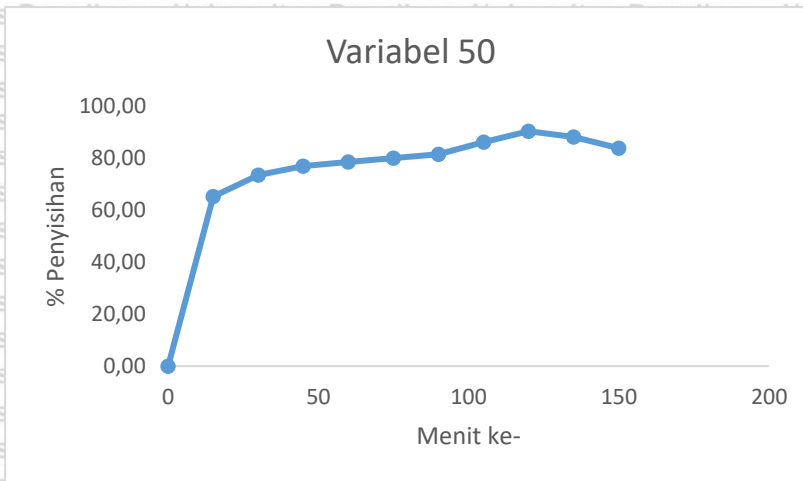
No.	Menit ke-	Konsentrasi	Fp	Konsentrasi aktual	% Penyisihan
1	0	0.869	50	43.45	0.00
2	15	1.406	10	14.06	67.64
3	30	0.879	10	8.79	79.77
4	45	0.601	10	6.01	86.17
5	60	0.22	10	2.2	94.94
6	75	0.201	10	2.01	95.37
7	90	0.173	10	1.73	96.02
8	105	0.08	10	0.8	98.16
9	120	0.066	10	0.66	98.48
10	135	0.062	10	0.62	98.57



**Gambar H.2 Grafik Hubungan Temperatur 60 °C Terhadap Penyisihan Cr (VI)**

**Tabel H.3 Data Temperatur Adsorpsi Suhu 50 °C**

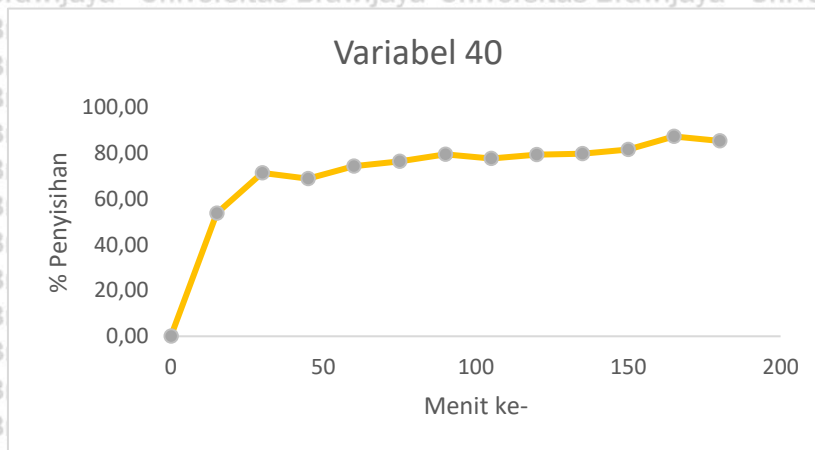
No.	Menit ke-	Konsentrasi	Fp	Konsentrasi aktual	% Penyisihan
1	0	0.869	50	43.45	0.00
2	15	1.513	10	15.13	65.18
3	30	1.153	10	11.53	73.46
4	45	1.006	10	10.06	76.85
5	60	0.933	10	9.33	78.53
6	75	0.868	10	8.68	80.02
7	90	0.803	10	8.03	81.52
8	105	0.604	10	6.04	86.10
9	120	0.421	10	4.21	90.31
10	135	0.516	10	5.16	88.12
11	150	0.705	10	7.05	83.77



Gambar H.3 Grafik Hubungan Temperatur 50 °C Terhadap Penyisihan Cr (VI)

Tabel H.4 Data Temperatur Adsorpsi Suhu 40 °C

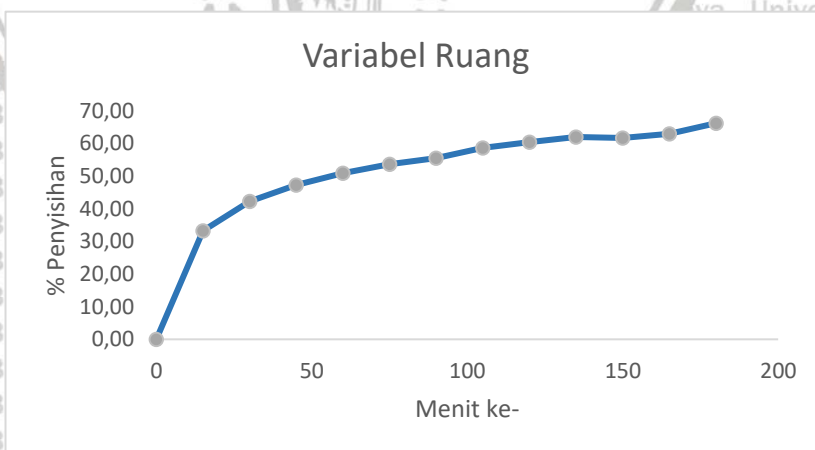
No.	Menit ke-	Konsentrasi	Fp	Konsentrasi aktual	% Penyisihan
1	0	0.933	50	46.65	0.00
2	15	0.316	50	15.8	66.13
3	30	0.267	50	13.35	71.38
4	45	0.29	50	14.5	68.92
5	60	0.24	50	12	74.28
6	75	0.162	50	8.1	82.64
7	90	0.175	50	8.75	81.24
8	105	0.208	50	10.4	77.71
9	120	0.146	50	7.3	84.35
10	135	0.199	50	9.95	78.67
11	150	0.171	50	8.55	81.67
12	165	0.118	50	5.9	87.35
13	180	0.136	50	6.8	85.42
14	195	0.111	50	5.55	88.10
15	210	0.109	50	5.45	88.32
16	225	0.179	50	8.95	80.81
17	240	0.167	50	8.35	82.10



Gambar H.4 Grafik Hubungan Temperatur 40 °C Terhadap Penyisihan Cr (VI)

Tabel H.5 Data Temperatur Adsorpsi Suhu Ruang

No.	Menit ke-	Konsentrasi Fp	Konsentrasi aktual	% Penyisihan	
1	0	0.985	50	49.25	0.00
2	15	0.623	50	31.15	33.23
3	30	0.539	50	26.95	42.23
4	45	0.492	50	24.6	47.27
5	60	0.459	50	22.95	50.80
6	75	0.433	50	21.65	53.59
7	90	0.416	50	20.8	55.41
8	105	0.386	50	19.3	58.63
9	120	0.37	50	18.5	60.34
10	135	0.355	50	17.75	61.95



Gambar H.5 Grafik Hubungan Temperatur Ruang Terhadap Penyisihan Cr (VI)

Lampiran I. Lampiran Perhitungan Termodinamika

Perhitungan  $\Delta H^\circ$

$$-\frac{\Delta H^\circ}{R} = \text{Slope}$$

$$-\frac{\Delta H^\circ}{8,314} = -10667$$

$$\Delta H^\circ = +88718,69 \frac{\text{J}}{\text{mol}} \cdot \text{K}$$

Perhitungan  $\Delta S^\circ$

$$\frac{\Delta S^\circ}{R} = \text{Intercep}$$

$$\frac{\Delta H^\circ}{8,314} = 35,906$$

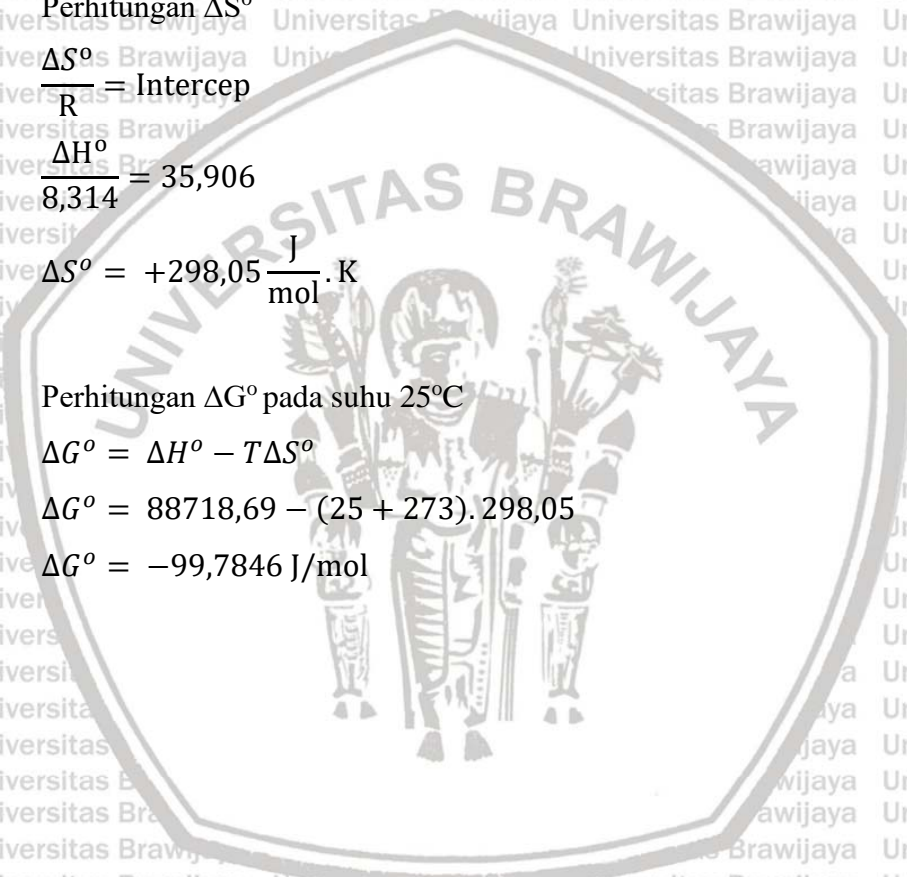
$$\Delta S^\circ = +298,05 \frac{\text{J}}{\text{mol}} \cdot \text{K}$$

Perhitungan  $\Delta G^\circ$  pada suhu 25°C

$$\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ$$

$$\Delta G^\circ = 88718,69 - (25 + 273) \cdot 298,05$$

$$\Delta G^\circ = -99,7846 \text{ J/mol}$$



Lampiran J. Lampiran Uji FTIR Karbon dan Karbon Aktif Kulit Pisang  
Kepok



<b>Customers</b>	: Fatin Septianingsih – Universitas Brawijaya																				
<b>Contact Customer</b>	: 0895 7044 1336																				
<b>Email</b>	: <a href="mailto:fatin.septianingsih@gmail.com">fatin.septianingsih@gmail.com</a>																				
<b>Test Equipment</b>	: FTIR & XRF																				
<b>Received Date</b>	: May 5, 2021																				
<b>Order Number</b>	: LSUM.P.00518.2021																				
<b>OPERATOR, ANALYZER &amp; SUPERVISOR</b>																					
<b>Analyzer</b>	: Mailinda Ayu Hana M, S.Si.																				
<b>Supervisor</b>	: Dra. Surjani Wonorahardjo, Ph.D., Nandang Mufti, S.Si., M.T., Ph.D.																				
<b>SAMPLE CODE</b>																					
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>Nama Sampel</th> <th>Metode</th> <th>KodeSampel</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Karbon 100 Mesh</td> <td rowspan="2">IK.M.F.1</td> <td>F441</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Karbon Aktif 100 Mesh</td> <td>F442</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Karbon 100 Mesh</td> <td rowspan="2">IK.M.E.1*</td> <td>E513</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Karbon Aktif 100 Mesh</td> <td>E514</td> </tr> </tbody> </table>			No	Nama Sampel	Metode	KodeSampel	1	Karbon 100 Mesh	IK.M.F.1	F441	2	Karbon Aktif 100 Mesh	F442	3	Karbon 100 Mesh	IK.M.E.1*	E513	4	Karbon Aktif 100 Mesh	E514
No	Nama Sampel	Metode	KodeSampel																		
1	Karbon 100 Mesh	IK.M.F.1	F441																		
2	Karbon Aktif 100 Mesh		F442																		
3	Karbon 100 Mesh	IK.M.E.1*	E513																		
4	Karbon Aktif 100 Mesh		E514																		
<p>Hasil analisa hanya berlaku untuk sampel yang diuji. *Metode pengujian termasuk dalam ruang lingkup akreditasi.</p>																					



Lampiran K. Lampiran Uji XRF Karbon dan Karbon Aktif Kulit Pisang  
Kepok

	<p>UNIVERSITAS NEGERI MALANG                  FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM                  LABORATORIUM MINERAL DAN MATERIAL MAJU                  (LABORATORIUM SENTRAL)                  Jalan Semarang 5, Malang 65145                  Telp. (0341-551312 (paw 200) / 574895 / 085106001088                  E-mail : laboratoriumsentral@ub.ac.id / lab.sentral@un.ac.id                  Website : central-labontry.um.ac.id</p>	
---	--	---

<b>Customers</b>	: Fatin Septianingsih – Universitas Brawijaya																				
<b>Contact Customer</b>	: 0895 7044 1336																				
<b>Email</b>	: <a href="mailto:fatin.septianingsih@gmail.com">fatin.septianingsih@gmail.com</a>																				
<b>Test Equipment</b>	: FTIR & XRF																				
<b>Received Date</b>	: May 5, 2021																				
<b>Order Number</b>	: LSUM.P.00518.2021																				
<b>OPERATOR, ANALYZER &amp; SUPERVISOR</b>																					
<b>Analyzer</b>	: Mailinda Ayu Hana M, S.Si.																				
<b>Supervisor</b>	: Dra. Surjani Wonorahardjo, Ph.D., Nandang Mufti, S.Si., M.T., Ph.D.																				
<b>SAMPLE CODE</b>																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>Nama Sampel</th> <th>Metode</th> <th>KodeSampel</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Karbon 100 Mesh</td> <td rowspan="2">IK.M.F.1</td> <td>F441</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Karbon Aktif 100 Mesh</td> <td>F442</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Karbon 100 Mesh</td> <td rowspan="2">IK.M.E.1*</td> <td>E513</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Karbon Aktif 100 Mesh</td> <td>E514</td> </tr> </tbody> </table>				No	Nama Sampel	Metode	KodeSampel	1	Karbon 100 Mesh	IK.M.F.1	F441	2	Karbon Aktif 100 Mesh	F442	3	Karbon 100 Mesh	IK.M.E.1*	E513	4	Karbon Aktif 100 Mesh	E514
No	Nama Sampel	Metode	KodeSampel																		
1	Karbon 100 Mesh	IK.M.F.1	F441																		
2	Karbon Aktif 100 Mesh		F442																		
3	Karbon 100 Mesh	IK.M.E.1*	E513																		
4	Karbon Aktif 100 Mesh		E514																		
<p>Hasil analisa hanya berlaku untuk sampel yang diuji.                  *Metode pengujian termasuk dalam ruang lingkup akreditasi.</p>																					



-Karbon Kulit Pisang Kepok



**LAPORAN HASIL UJI**  
**LSUM.LHU.E.0540.2021**

Customers	: Fatin Septianingsih - UB
Contact Customer	: 0895704481356/ Email : fatin.septianingsih@gmail.com
Methods	: IKM.E.1
Test Equipment	: XRF
Received Date	: 05 Mei 2021
Order Number	: LSUM.P.0518.2021

**SPECIMEN DESCRIPTION**

Condition of Samples	: Sampel serbuk hitam dalam plastik klip
Sample Code	: E 513
Material Name	: Karbon 80 mesh
Measurement time	: 18 Mei 2021

**OPERATOR, ANALYZER & SUPERVISOR**

Analyzer	: Mailinda A.H., S.Si
Supervisor	: Nandang Muhi, S.Si, M.T, Ph.D

**RESULTS**

Remark:

Compound	Compound
P	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
K	K <sub>2</sub> O
Mn	MnO
Fe	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Cu	CuO
Zn	ZnO
Rb	Rb <sub>2</sub> O
Eu	Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Re	Re <sub>2</sub> O <sub>7</sub>

-Hasil pengujian juga diminta dalam bentuk unsur & oksida  
 -Hasil analisa hanya berlaku untuk sampel yang diuji  
 \*Dibawah parameter terakreditasi

Mengetahui,  
 Manager Teknis

Dra. Surjani Wasonarhargo, Ph.D.  
 NIP.196605281991032001

Malang, 19 Mei 2021

Mengetahui,  
 a.n Dekan  
 Kepala Lab. Mineral dan Material Maju FMIPA UM



Nandang Muhi, S.Si, M.T, Ph.D.  
 NPE.157208152005011001

18-mei-2021 09:17:14

**Sample results**

Page 1

Sample ident	
<b>E</b>	<b>513</b>

<b>Application</b>	<Standardless>
<b>Sequence</b>	1 of 1
<b>Measurement time</b>	18-mei-2021 08:56:31
<b>Position</b>	5

Compound	P	K	Mn	Fe	Cu	Zn	Rb	Eu	Re
<b>Conc</b>	1,4	95,4	0,60	0,44	0,15	0,15	0,35	1,3	0,2
<b>Unit</b>	%	%	%	%	%	%	%	%	%

18-mei-2021 10:56:05

**Sample results**

Page 1

Sample ident	
<b>E</b>	<b>513</b>

<b>Application</b>	<Standardless>
<b>Sequence</b>	1 of 1
<b>Measurement time</b>	18-mei-2021 08:56:31
<b>Position</b>	5

Compound	P2O5	K2O	MnO	Fe2O3	CuO	ZnO	Rb2O	Eu2O3	Re2O7
<b>Conc</b>	2,8	94,1	0,60	0,49	0,14	0,15	0,30	1,2	0,2
<b>Unit</b>	%	%	%	%	%	%	%	%	%



### Karbon Aktif Kulit Pisang Kepok



UNIVERSITAS NEGERI MALANG  
 FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
**LABORATORIUM MINERAL DAN MATERIAL MAJU (LABORATORIUM SENTRAL)**  
 Jalan Semarang 3, Malang 65145  
 Telp. 0341-591102 (paw 200) 374893 88506811988  
 E-mail : labcentral@um.ac.id / labcentral@ipm.um.ac.id  
 Website : central-lab.um.ac.id

**LAPORAN HASIL UJI**  
**LSUM.LHU.E.0641.2021**

**Customers** : Fatm Septianingsih - UB

**Contact Customer** : 0895704481336/ Email : fatm.septianingsih@gmail.com

**Methods** : IKM.E.1

**Test Equipment** : NRF

**Received Date** : 05 Mei 2021

**Order Number** : LSUM.P.0518.2021

**SPECIMEN DESCRIPTION**

**Condition of Samples** : Sampel serbuk hitam dalam plastik klip

**Sample Code** : E 514

**Material Name** : Karbon aktif 80 mesh

**Measurement time** : 18 Mei 2021

**OPERATOR, ANALYZER & SUPERVISOR**

**Analyzer** : Mailinda A.H., S.Si

**Supervisor** : Nandang Mufti, S.Si, M.T, Ph.D

**RESULTS**

Remark:

Compound	Compound
Si*	SiO <sub>2</sub>
P	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
K	K <sub>2</sub> O
Ca*	CaO
Mn	MnO
Fe	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Cu	CuO
Zn	ZnO
Br	Br
Mo	MoO <sub>3</sub>
Eu	Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Yb	Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Re	Re <sub>2</sub> O <sub>7</sub>

-Hasil pengujian juga diminta dalam bentuk unsur & oksida.  
 -Hasil analisa hanya berlaku untuk sampel yang diuji  
 \*Dibawah parameter terakreditasi.

Mengetahui,  
 Manajer Teknis

Dra. Surjani Wironahardjo, Ph.D.  
 NIP.196505281991032001



Nandang Mufti, S.Si, M.T, Ph.D  
 NIP.197208152005011001





18-mei-2021 08:17:39

**Sample results**

Page 1

Sample Ident	
<b>E 514</b>	

Application	<Standardless>
Sequence	1 of 1
Measurement time	18-mei-2021 08:58:32
Position	6

Compound	Si	P	K	Ca	Mn	Fe	Cu	Zn	Br	Mo	Eu	Yb	Re
Conc	6,5	5,4	15,4	49,9	3,8	1,8	0,62	0,40	0,89	12,4	0,5	1,2	1
Unit	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%

18-mei-2021 10:56:21

**Sample results**

Page 1

Sample Ident	
<b>E 514</b>	






Application	<Standardless>
Sequence	1 of 1
Measurement time	18-mei-2021 08:58:32
Position	6






Compound	SiO2	P2O5	K2O	CaO	MnO	Fe2O3	CuO	ZnO	Br	MoO3	Eu2O3	Yb2O3
Conc	11	9,4	12,6	45,5	3,0	1,6	0,47	0,30	0,53	13,7	0,4	0,82
Unit	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%

Compound	Re2O7
Conc	0,9
Unit	%



Lampiran L. Dokumentasi Kegiatan

No	Gambar	Keterangan
1.		<p>- Pengeringan kulit pisang kepek sampai masa konstan dalam oven dengan suhu 105 °C</p>
2.		<p>- Karbonisasi menggunakan reaktor karbonisasi dengan suhu 600 °C Hasil Karbonisasi (Karbon kulit pisang kepek)</p>
3.		<p>- Pengecilan ukuran hingga 80 mesh</p>
4.		<p>- Aktivasi secara kimia menggunakan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 2M selama 24 jam - Filtrasi pencucian aktivator hingga PH=7</p>
5.		<p>- Proses adsorpsi dengan menggunakan variasi temperatur dengan interval waktu pengambilan sampel tiap 15 menit</p>

No	Gambar	Keterangan
6.		<p>- Filtrasi pemisahan karbon aktif dengan larutan hasil adsorpsi</p>
7.		<p>- Uji kadar air, kadar abu dan kadar volatile</p>
8.		<p>- Sampel larutan hasil adsorpsi yang telah diencerkan dan ditambahkan diphenyl carbazide untuk diuji menggunakan UV-Vis</p>
9.		<p>- Uji luas permukaan dan daya serap karbon dan karbon aktif terhadap methylene blue</p>
10.		<p>- Sampel larutan kurva standar uji daya serap methylene blue</p>

**RIWAYAT HIDUP**

Leo Yuda Utama, Lahir di Sukabumi, 28 Agustus 1999, Merupakan putra pertama dari bapak Pri Hadi dan Ibu Suyatmi. Menempuh Pendidikan dasar di SDN Sukabumi lulus pada tahun 2011, Pendidikan menengah pertama di SMPN 2 Negeri Agung lulus pada tahun 2014, dan pendidikan menengah atas di SMA Al Kautsar lulus pada tahun 2017 dan melanjutkan program sarjana di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya. Pengalaman Praktek Kerja Lapangan di PT. Petrokimia Gresik unit Departemen III A Asam Sulfat pada bulan September-Oktober 2020.

Malang, 21 Juli 2021

Penulis



## RIWAYAT HIDUP

Safrendio Meiqta Reza lahir di Malang, 24 Mei 1999, merupakan anak dari Pak Riono dan Ibu Pujiarsih. Mengampu pendidikan dasar di SDN 1 Gedangan, pendidikan menengah pertama di SMPN 1 Gedangan, dan pendidikan menengah atas di SMAN 1 Gondanglegi, lulus pada tahun 2017. Lulus program sarjana Teknik Kimia Universitas Brawijaya pada tahun 2021.

Malang, 21 Juli 2021

Penulis

