



TUGAS AKHIR - TK 145501

**UJI KEEFEKTIFAN ADSORBEN DARI AMPAS TEBU  
BERBENTUK *EFFERVESCENT* UNTUK MEREDUKSI ION  
LOGAM KROM DALAM LIMBAH CAIR INDUSTRI BATIK**

Indah Nor Fitriani  
NRP. 2312 030 074

Dian Amalia Widiasih  
NRP. 2312 030 094

Dosen Pembimbing  
Dr. Ir. Lily Pudjiastuti, M.T.  
NIP. 19580703198502 2 001

**PROGRAM STUDI DIII TEKNIK KIMIA  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2015**



FINAL PROJECT TK 145501

**EFFECTIVITY TEST OF ACTIVATED CARBON  
ADSORBENT FROM CANE BAGASSE IN  
*EFFERVESCENT* SHAPE TO REDUCE CHROMIUM  
METAL ION IN BATIK INDUSTRIAL WASTE**

Indah Nor Fitriani  
NRP. 2312 030 074

Dian Amalia Wideasih  
NRP. 2312 030 094

Lecturer  
Dr. Ir. Lily Pudjiastuti, M.T.

DEPARTMENT DIPLOMA OF CHEMICAL ENGINEERING  
Faculty of Industrial Technology  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Surabaya 2015

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**LAPORAN TUGAS AKHIR DENGAN JUDUL :**  
**UJI KEEFEKTIFAN ADSORBEN**  
**KARBON AKTIF DARI AMPAS TEBU**  
**BERBENTUK *EFFERVESCENT* UNTUK**  
**MEREDUKSI ION LOGAM KROM**  
**DALAM LIMBAH CAIR INDUSTRI**

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

**Dosen Pembimbing**



**Dr. Ir. Lily Pudjiastuti, M.T.**

NIP. 19580703 198502 2 001

Mengetahui,

**Ketua Program Studi**  
**D III Teknik Kimia FTI-PTS**



**Ir. Budi Setiawan, M.T.**

NIP. 19540220 198701 1 001

**Koordinator Tugas Akhir**

**D III Teknik Kimia FTI-ITS**



**Achmad Ferdiansyah P. P., S. T., M. T.**

NIP. 2300201308002

## LEMBAR PERSETUJUAN PERBAIKAN TUGAS AKHIR

Telah diperiksa dan disetujui sesuai dengan hasil ujian tugas akhir pada tanggal 15 Juni 2015, untuk tugas akhir dengan judul “**UJI KEEFEKTIFAN ADSORBEN**

**KARBON AKTIF DARI AMPAS TEBU  
BERBENTUK *EFFERVESCENT* UNTUK  
MEREDUKSI ION LOGAM KROM DALAM  
LIMBAH CAIR INDUSTRI”, yang disusun oleh :**

Indah Nor Fitriani (2312 030 074)  
Dian Amalia Widiasih (2312 030 094)

Mengetahui/menyetujui  
Dosen Penguji



Prof. Dr. Ir. Soeprijanto, M.Sc.  
NIP. 19580708 198701 1 001



Ir. Budi Setiawan M.T.  
NIP. 19540220 198701 1 001

Mengetahui,

Koordinator Tugas Akhir



Achmad Ferdiansyah P. P., S. T., M. T.  
NIP. 2300201308002

Dosen Pembimbing



Dr. Ir. Lily Pudjiastuti, M.T.  
NIP. 19580703 198502 2 001

# UJI KEEFEKTIFAN ADSORBEN KARBON AKTIF DARI AMPAS TEBU BERBENTUK EFFERVESCENT UNTUK MEREDUKSI ION LOGAM KROM DALAM LIMBAH CAIR INDUSTRI BATIK

Nama : 1. Indah Nor Fitriani 2312 030 074  
2. Dian Amalia Widiasih 2312 030 094  
Program Studi : D3 Teknik Kimia FTI-ITS  
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Lily Pudjiastuti, M.T.

## ABSTRAK

*Industri batik dan tekstil merupakan salah satu penghasil limbah cair yang berasal dari proses pewarnaan. Selain kandungan zat warnanya tinggi, limbah industri batik dan tekstil juga mengandung bahan-bahan sintetik yang sukar larut atau sukar diuraikan. Limbah bahan sintetik mengandung ion logam berat berbahaya, salah satunya adalah ion Cr. Terdapat beberapa metode proses pengolahan limbah cair, salah satunya yaitu dengan teknik adsorpsi menggunakan adsorben karbon aktif. Dalam penelitian ini karbon aktif dibuat dari ampas tebu. Komposisi kimia ampas tebu adalah selulosa 50%, hemiselulosa 25%, dan lignin 25%. Tujuan dari percobaan ini adalah untuk mengetahui proses pembuatan adsorben karbon aktif dari ampas tebu dan mengetahui daya serap kadar adsorben ampas tebu terhadap ion logam krom dari limbah cair industri batik. Proses pembuatan adsorben ampas tebu, pertama yaitu ampas tebu sebanyak 1000 gram dibakar dalam furnace pada suhu 300°C selama 10 menit menjadi karbon. Karbon tersebut didiamkan dalam desikator kemudian dicrusher hingga karbon berukuran 100 mesh. Kedua mengaktifkan karbon sebanyak 50 gram dengan melarutkan aktivator H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> selama 4 jam menjadi karbon aktif. Karbon aktif tersebut dicuci dengan aquadest, disaring, dan dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 1 jam. Variabel yang digunakan yaitu waktu kontak selama 45,60, 75,90,100 menit dan penambahan massa sebanyak 1,2, dan 3 gram pada serbuk, tablet tanah liat, dan tablet effervescent. Dari hasil percobaan karbon aktif ampas tebu memenuhi standar SII. 0258-79 diperoleh kadar air 2,28%, kadar abu 0,63%, kadar zat mudah menguap 5,99%, dan daya serap terhadap iod 22,6%. Hasil yang terbaik dari percobaan adsorben karbon aktif ampas tebu adalah jenis serbuk dengan massa 3 gram selama waktu kontak 60 menit. Adsorpsi ion logam Cr dalam limbah cair dapat mengikuti persamaan Langmuir dan persamaan Freundlich, hal ini dapat ditunjukkan dengan nilai koefisien korelasi (R<sup>2</sup>) yang mendekati 1 yaitu sebesar 0,999 dan 0,997.*

**Kata kunci :** Adsorben, Ampas Tebu, Limbah, Karbon Aktif, Tablet Effervescent

# EFFECTIVITY TEST OF ACTIVATED CARBON ADSORBENT FROM CANE BAGASSE IN EFFERVESCENT SHAPE TO REDUCE CHROMIUM METAL ION IN BATIK INDUSTRIAL WASTE

Name : 1. Indah Nor Fitriani (2312 030 074)  
2. Dian Amalia Widiasih (2312 030 094)  
Departement : D3 Chemical Engineering FTI-ITS  
Lecturer : Dr. Ir. Lily Pudjiastuti, M.T.

## ABSTRACT

*Batik and textile industry is one of the largest producer of wastewater originating from coloration process. In addition to substances of high dye level, batik and textile industry waste also contain synthetic ingredients that are poorly soluble or difficult to untangle. Waste synthetic material containing harmful heavy metal ions, one of which is Cr. There are several methods of wastewater treatment processes, one of which is adsorption using activated carbon adsorbent made from cane bagasse. The chemical composition of cane bagasse is 50% cellulose, 25% hemicellulose, and 25% lignin. The purpose of this experiment is to understand the process of activated carbon adsorbent manufacture from cane bagasse and to understand adsorption capacity of chromium metal ions level in batik industry wastewater using cane bagasse adsorbent. The first step of cane bagasse adsorbent production cane bagasse of 1.000 gram, then combusting it in a furnace at 300°C for 10 minutes to transform into charcoal. Desiccating the charcoal in desiccantor, then crushing it into 100-mesh powder. The second step is activating charcoal, by mixing 50 gram charcoal with activator of solution H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> for 4 hours into activated carbon. Washing the activated carbon using aquadest, filtering, and oven-drying at 105°C for an hour. Variables used are contact time of 45, 60, 75, 90,100 minutes; and mass of 1, 2, 3 grams of each powder, clay tablet, and effervescent adsorbent tablet. From the experimental result, it can be concluded that activated carbon from cane bagasse has already met the standard of SNL. 0258-79. The experiment obtains water content 2,28%, ash content 0,63%, volatile matter content 5,99%, and adsorption capacity of iodine 22,6%. The best experimental result is 3 grams, powdered activated carbon adsorbent with contanct time of 60 minutes. Adsorption of heavy metal chromium ion in liquid waste has met both Langmuir and Freundlich equation. It is shown by the correlation coefficient (R<sup>2</sup>) values approaching to 1, of 0,999 and 0,997.*

**Keywords :** Adsorbent, Cane Bagasse, Waste, Activated Carbon, Effervescent Tablet

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur Alhamdulillah kami panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat-Nya sehingga kami dapat melaksanakan tugas akhir dan penyusunan laporan ini. Tugas Akhir ini untuk memperoleh gelar ahli madya. Selama melaksanakan tugas akhir dan penyusunan laporan ini kami telah banyak memperoleh bantuan baik moril maupun materil, untuk itu kami mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Allah SWT karena atas rahmat dan kehendak-Nya kami dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini
2. Yang tercinta, Bapak dan Ibu, serta keluarga yang telah memberikan dukungan dan motivasi secara moril dan materil serta do'a.
3. Bapak Ir. Budi Setiawan, M.T., selaku Ketua Program Studi D3 Teknik Kimia FTI – ITS.
4. Ibu Dr. Ir. Lily Pudjiastuti, M.T., selaku dosen pembimbing yang telah membimbing kami dalam pembuatan laporan tugas akhir.
5. Bapak Achmad Ferdiansyah P.P., S.T., M.T., selaku koordinator tugas akhir.
6. Bapak Ir. Budi Setiawan ,M.T. dan Prof. Dr. Ir. Soeprijanto, M.Sc selaku dosen penguji sidang tugas akhir.
7. Teman-teman satu angkatan kami Carbon12 yang telah berjuang, berkarya, dan bekerjasama selama tiga tahun ini
8. Semua pihak yang mendukung kami dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Kami menyadari bahwa laporan ini masih terdapat kekurangan, oleh karena itu kami sangat dan kritik dari semua pihak untuk menyempurnakan laporan ini. Kami selaku penyusun memohon maaf kepada semua pihak.

Surabaya, Juni 2015

Penyusun

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	
KATA PENGANTAR.....	i
ABSTRAK.....	ii
ABSTRACT.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
<b>I.1</b> Latar Belakang Masalah.....	I-1
<b>I.2</b> Perumusan Masalah.....	I-3
<b>I.3</b> Batasan Masalah.....	I-4
<b>I.4</b> Tujuan Inovasi Produk.....	I-4
<b>I.5</b> Manfaat Inovasi Produk.....	I-4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
<b>II.1</b> Bahan Baku.....	II-1
<b>II.1.1</b> Ampas Tebu.....	II-1
<b>II.1.2</b> Limbah Cair Batik.....	II-2
<b>II.2</b> Adsorpsi.....	II-4
<b>II.2.1</b> Jenis Adsorpsi.....	II-4
<b>II.2.2</b> Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Daya Adsorpsi.....	II-5
<b>II.2.3</b> Macam-Macam Adsorben.....	II-6
<b>II.3</b> Granul.....	II-7
<b>II.3.1</b> Metode Granulasi.....	II-7
<b>II.3.2</b> Tablet <i>Effervescent</i> .....	II-9
<b>II.3.3</b> Zat Pengisi ( <i>Filter</i> ).....	II-10
<b>II.4</b> Spektrofotometri.....	II-12
<b>II.5</b> SII Karbon Aktif.....	II-13
<b>II.6</b> Model Adsorpsi Isothermis.....	II-14
<b>BAB III METODOLOGI PEMBUATAN PRODUK</b>	
<b>III.1</b> Tahap Pelaksanaan.....	III-1
<b>III.2</b> Bahan yang Digunakan.....	III-1

<b>III.3</b>	Peralatan yang Digunakan.....	III-1
<b>III.4</b>	Variabel yang Dipilih.....	III-2
<b>III.5</b>	Prosedur Pembuatan .....	III-2
<b>III.5.1</b>	Tahap Persiapan.....	III-2
<b>III.5.2</b>	Pembuatan Adsorben .....	III-2
<b>III.5.3</b>	Pembuatan Tablet <i>Effervescent</i> .....	III-3
<b>III.5.4</b>	Pembuatan Tablet dengan Tanah Liat.....	III-3
<b>III.5.5</b>	Tahap Pengujian .....	III-3
<b>III.5.6</b>	Tahap Analisa Produk.....	III-6
<b>III.5.7</b>	Tempat Pelaksanaan.....	III-7
<b>III.6</b>	Diagram Alir .....	III-8
<b>III.6.1</b>	Pembuatan Adsorben Karbon	
Ampas Tebu.....		III-8
<b>III.6.2</b>	Pembuatan Adsorben Karbon Aktif	
Ampas Tebu .....		III-9
<b>III.6.3</b>	Pembuatan Tablet <i>Effervescent</i> .....	III-10
<b>III.6.4</b>	Pembuatan Tablet Tanah Liat.....	III-11
<b>III.6.5</b>	Tahap Analisa Kadar Air.....	III-12
<b>III.6.6</b>	Tahap Analisa Kadar Abu .....	III-13
<b>III.6.7</b>	Tahap Analisa Daya Serap Terhadap I <sub>2</sub> ....	III-14
<b>III.6.8</b>	Tahap Analisa Tablet dalam Penyerapan Ion Logam dalam Limbah Cair Industri Batik.....	III-15
<b>III.7</b>	Diagram Blok Proses Pembuatan .....	III-16
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>		
<b>IV.1</b>	Hasil Percobaan .....	IV-1
<b>IV.2</b>	Pembahasan .....	IV-6
<b>BAB V NERACA MASSA DAN NERACA ENERGI..</b>		
<b>BAB VI ANALISA KEUANGAN .....</b>		
<b>BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>		
	Daftar Notasi.....	ix
	Daftar Pustaka.....	x
	Lampiran	

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Komponen Penyusun Serat Ampas Tebu .....	II-2
<b>Tabel 2.2</b> Standar Kualitas Karbon Aktif Menurut SII 0258-79 .....	II-14
<b>Tabel 4.1</b> Standar Kualitas Karbon Aktif Menurut SII 0258-79 .....	IV-2
<b>Tabel 4.2</b> Hasil Perbandingan Karbon Aktif Menurut SII 0258-79 .....	IV-2
<b>Tabel 4.3</b> Hasil Penyerapan Ion Logam Cr Terhadap Waktu Kontak Oleh 3 Gram Karbon Aktif Berbentuk Serbuk .....	IV-3
<b>Tabel 4.4</b> Hasil Penyerapan Ion Logam Cr Terhadap Waktu Kontak Oleh 3 Gram Karbon Aktif Berbentuk Tablet Tanah Liat.....	IV-3
<b>Tabel 4.5</b> Hasil Penyerapan Ion Logam Cr Terhadap Waktu Kontak Oleh 3 Gram Karbon Aktif Berbentuk Tablet <i>Effervescent</i> .....	IV-4
<b>Tabel 4.6</b> Hasil Penyerapan Ion Logam Cr Terhadap Penambahan Massa Karbon Aktif Berbentuk Serbuk Selama 60 menit .....	IV-4
<b>Tabel 4.7</b> Hasil Penyerapan Ion Logam Cr Terhadap Penambahan Massa Karbon Aktif Berbentuk Tablet Tanah Liat Selama 60 menit.....	IV-5
<b>Tabel 4.8</b> Hasil Penyerapan Ion Logam Cr Terhadap Penambahan Massa Karbon Aktif Berbentuk Tablet <i>Effervescent</i> Selama 60 menit.....	IV-5
<b>Tabel 4.9</b> Perhitungan Harga $Q_e$ , $C_e/Q_e$ , $\ln Q_e$ , dan $\ln C_e/Q_e$ pada Karbon Aktif 100 mesh .....	IV-10
<b>Tabel 4.10</b> Harga Konstanta Langmuir pada Karbon Aktif 100 mesh.....	IV-12
<b>Tabel 4.11</b> Harga Konstanta Reundlich pada Karbon Aktif 100 mesh.....	IV-14
<b>Tabel 5.1</b> Komposisi Serat Ampas Tebu.....	V-1
<b>Tabel 5.2</b> Neraca Massa Total pada <i>Furnace</i> .....	V-2
<b>Tabel 5.3</b> Neraca Massa Total pada <i>Crusher</i> .....	V-2

<b>Tabel 5.4</b> Neraca Massa Total pada <i>Screener</i> .....	V-2
<b>Tabel 5.5</b> Neraca Massa Total pada Aktivasi .....	V-3
<b>Tabel 5.6</b> Neraca Massa Total pada Pencucian .....	V-3
<b>Tabel 5.7</b> Neraca Massa Total pada <i>Oven</i> .....	V-4
<b>Tabel 5.8</b> Neraca Energi Total pada <i>Furnace</i> .....	V-5
<b>Tabel 5.9</b> Neraca Energi Total pada Aktivasi.....	V-5
<b>Tabel 5.10</b> Neraca Energi Total pada <i>Oven</i> .....	V-6
<b>Tabel 6.1</b> Investasi Bahan Habis Pakai ( <i>Variable Cost</i> ) .	VI-1
<b>Tabel 6.2</b> Investasi Alat ( <i>Fixed Cost</i> ) .....	VI-2
<b>Tabel 6.3</b> Perhitungan Biaya .....	VI-4

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b>	Tablet <i>Effervescent</i> .....	II-9
<b>Gambar 4.1</b>	Grafik Hubungan Penambahan Massa dengan % Kromium Terserap Oleh Serbuk Karbon Aktif, Tablet <i>Effervescent</i> , dan Tablet Tanah Liat Selama 60 Menit.....	IV-6
<b>Gambar 4.2</b>	Grafik Hubungan Waktu Kontak dengan % Kromium Terserap Oleh Serbuk Karbon Aktif, Tablet <i>Effervescent</i> , dan Tablet Tanah Liat Sebanyak 3 Gram .....	IV-8
<b>Gambar 4.3</b>	Grafik Persamaan Adsorpsi Isoterm Langmuir dari Ce dengan $Q_e/Q_e$ .....	IV-11
<b>Gambar 4.4</b>	Grafik Persamaan Adsorpsi Isoterm Freundlich dari $\ln C_e$ dengan $\ln Q_e$ .....	IV-13
<b>Gambar 7.1</b>	Grafik Hubungan Penjualan (Unit) dengan Biaya (Rupiah).....	VI-4

## DAFTAR NOTASI

No.	Notasi	Keterangan	Satuan
1.	M	Massa	Gram
2.	T	Suhu	°C
3.	T <sub>ref</sub>	Suhu Referensi	°C
3.	BM	Berat Molekul	Gram / mol
4.	$\rho$	Densitas	Gram / ml
5.	V	Volume	ml
6.	$\Delta H$	Enthalpi	Cal
7.	C <sub>p</sub>	<i>Heat Capacities</i>	Cal/gr.°C
8.	$\lambda$	Panas Laten	Cal/gr
9.	t	Waktu	Min
10.	Q	Kalor	Calori
11.	C	Konsentrasi	Mg / L
12.	b	Konstanta keseimbangan adsorpsi	l/mg
13.	C <sub>e</sub>	Konsentrasi keseimbangan ion Cr dalam larutan	Mg/l
14.	C <sub>i</sub>	Konsentrasi ion Cr dalam larutan	Mg/l
15.	k	Konstanta keseimbangan adsorpsi	l/mg
16.	n	Konstanta keseimbangan adsorpsi	-
17.	q <sub>e</sub>	Kapasitas adsorpsi	Mg/g
18.	Q <sub>max</sub>	Kapasitas maksimum	Mg/g
19.	V	Volume larutan	ml
20.	W	Massa Adsorben	G

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **I.1. Latar Belakang**

Perkembangan industri kerajinan batik saat ini semakin pesat seiring dengan laju arus globalisasi yang terus berjalan. Perkembangan ini menuntut para pengrajin untuk terus meningkatkan dan memperbaiki kinerjanya agar dapat terus bertahan, dan bahkan dapat memenangkan kompetisi dengan berbagai industri lainnya. Seiring dengan peningkatan produksi, ternyata timbul banyak permasalahan lingkungan di sekitarnya (*Suhartini, 2011*).

Industri batik dan tekstil merupakan salah satu penghasil limbah cair yang berasal dari proses pewarnaan. Selain kandungan zat warnanya tinggi, limbah industri batik dan tekstil juga mengandung bahan-bahan sintetik yang sukar larut atau sukar diuraikan. Setelah proses pewarnaan selesai, akan dihasilkan limbah cair yang berwarna keruh dan pekat. Biasanya warna air limbah tergantung pada zat warna yang digunakan. Limbah air yang berwarna-warni ini yang menyebabkan masalah terhadap lingkungan. Limbah zat warna yang dihasilkan dari industri tekstil umumnya merupakan senyawa organik *non-biodegradable*, yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan terutama lingkungan perairan (*Riyanto, 2004*).

Beberapa cara pengolahan limbah industri telah banyak dilakukan, antara lain secara kimia menggunakan koagulan, secara fisika dengan adsorpsi menggunakan arang aktif, dan secara biologi menggunakan mikroba. Namun, metode tersebut memiliki beberapa kekurangan. Pengolahan limbah secara kimia menggunakan koagulan akan menghasilkan lumpur dalam jumlah yang relatif besar, sehingga membutuhkan pengolahan lebih lanjut terhadap lumpur yang terbentuk (*Maipa, 2009*).

Dalam perkembangannya sekarang, pemakaian bahan kimia sebagai bahan utama atau bahan pembantu pada proses pengolahan limbah harus benar-benar dipertimbangkan karena



---

*BAB I Pendahuluan*

---

beban pencemaran lingkungan semakin mengkhawatirkan. Penggunaan bahan kimia selektif hanya dianjurkan pada pengolahan limbah yang memiliki kadar kontaminan logam berat cukup tinggi dan diarahkan pada proses *recovery* (Prayitno, 2012).

Limbah berbahaya yang sering digunakan dalam industri tekstil adalah krom yang merupakan salah satu logam berat. Apabila limbah industri tekstil yang mengandung krom dibuang langsung ke dalam lingkungan tanpa melalui pengolahan lebih dahulu, berakibat menambah jumlah ion logam pada air lingkungan. Air lingkungan yang berlebihan jumlah ion logam pada umumnya tidak dapat dikonsumsi sebagai air minum. Kandungan krom dalam air dapat menimbulkan efek kesehatan bagi manusia (Khairani, dkk, 2007).

Daya racun yang dimiliki oleh logam Cr ditentukan oleh valensi ionnya. Sifat racun yang dibawa oleh logam ini juga dapat mengakibatkan terjadinya keracunan akut dan keracunan kronis. Agar memenuhi baku mutu yang ditetapkan maka harus dilakukan pengolahan terhadap limbah ini sebelum dibuang ke badan air. Salah satu alternatif pengolahan yang dilakukan adalah dengan adsorpsi (Jannatin, dkk, 2011).

Adsorpsi merupakan suatu proses penyerapan oleh padatan tertentu terhadap zat tertentu yang terjadi pada permukaan zat padat karena adanya gaya tarik atom atau molekul pada permukaan zat padat tanpa meresap ke dalam. Adsorpsi dapat terjadi pada antarmuka padat-cair, padat-gas atau gas-cair. Molekul yang terikat pada bagian anatrmuka disebut adsorbat, sedangkan permukaan yang menyerap molekul-molekul adsorbat disebut adsorben. Pada adsorpsi, interaksi antara adsorben dengan adsorbat hanya terjadi pada permukaan adsorben. Adsorpsi adalah gejala pada permukaan, sehingga makin besar luas permukaan, maka makin banyak zat yang teadsorpsi. Walaupun demikian, adsorpsi masih bergantung pada sifat zat pengadsorpsi (Apriliani, 2010).

Salah satu limbah pertanian yang cukup banyak adalah ampas tebu. Ampas tebu yang dihasilkan dari pabrik gula selama



## BAB I Pendahuluan

proses produksi, yaitu sebesar 90%, sedangkan gula yang dimanfaatkan hanya 5%, dan sisanya berupa tetes tebu dan air. Ampas tebu umumnya digunakan sebagai bahan bakar untuk menghasilkan energi yang diperlukan pada pembuatan gula. Selain itu, ampas tebu dapat juga digunakan sebagai pakan ternak, bahan baku serat, papan, plastik, dan kertas. Ampas tebu juga dapat dimanfaatkan sebagai adsorben logam berat. Penggunaan ampas tebu sebagai adsorben diharapkan dapat menjadi nilai tambah serta meningkatkan daya dukungnya terhadap lingkungan dalam penanganan limbah zat warna maupun logam berat. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa ampas tebu berpotensi sebagai adsorben (Maipa, 2009).

*Effervescent* didefinisikan sebagai bentuk sediaan yang menghasilkan gelembung gas sebagai hasil reaksi kimia dalam larutan. Gas yang dihasilkan umumnya adalah karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ). Dasar formula tablet *effervescent* adalah reaksi antara senyawa asam dengan karbonat atau bikarbonat menghasilkan karbondioksida. Bila tablet dimasukkan ke dalam air, maka akan terjadi reaksi kimia secara spontan antara asam dan natrium membentuk garam natrium,  $\text{CO}_2$ , serta air. Reaksi ini memberikan efek *sparkle* atau rasa seperti pada rasa minuman soda dan berjalan cukup cepat, umumnya selesai dalam waktu kurang dari satu menit dan menghasilkan larutan yang jernih (Rosita, 2014).

### **I.2 Perumusan Masalah**

Beberapa perumusan masalah yang akan diselesaikan dalam percobaan ini yaitu :

1. Bagaimana proses pembuatan karbon aktif dari ampas tebu dengan menggunakan aktivator  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dengan yang sesuai dengan SII 0258-79?
2. Bagaimana mengetahui penurunan daya serap adsorben karbon aktif dari ampas tebu berbentuk serbuk, tablet *effervescent*, dan tablet tanah liat dengan variabel waktu kontak selama 45 menit, 60 menit, 75 menit, 90 menit, dan 100 menit terhadap penurunan kadar ion logam berat



- krom pada limbah cair industri batik?
3. Bagaimana mengetahui penurunan daya serap adsorben karbon aktif dari ampas tebu berbentuk serbuk, tablet *effervescent*, dan tablet tanah liat dengan variabel penambahan massa karbon aktif sebanyak 1,2, dan 3 gram terhadap penurunan kadar ion logam berat krom pada limbah cair industri batik?

### **I.3 Batasan Masalah**

1. Adsorben karbon aktif dari ampas tebu yang akan dibuat berukuran lolos pada ayakan 100 *mesh*.
2. Untuk membuat tablet *effervescent* ditambah 1 gram asam sitrat; 1 gram natrium bikarbonat.
3. Untuk membuat tablet tanah liat ditambah 1 gram tanah liat ditambah dengan air secukupnya.
4. Limbah batik yang akan diuji untuk mengurangi kadar ion logam berat krom masing-masing 50 ml.
5. Mengurangi kadar logam berat pada limbah cair industri batik yang akan diserap dibatasi hanya untuk ion logam krom.

### **I.4 Tujuan Inovasi Produk**

Tujuan dari percobaan ini yaitu sebagai berikut :

1. Mengetahui proses pembuatan adsorben karbon aktif dari ampas tebu.
2. Mengetahui penurunan daya serap kadar ion logam berat krom dari adsorben karbon aktif dari ampas tebu pada limbah cair industri batik.

### **I.5 Manfaat Inovasi Produk**

Pembuatan adsorben karbon aktif dari ampas tebu ini nantinya dapat memberikan informasi tentang daya adsorpsi ampas tebu terhadap limbah cair industri batik yang mengandung ion logam berat krom. Selanjutnya, penelitian ini pula diharapkan dapat memperkaya sumber-sumber bahan penyerapan yang



## *BAB I Pendahuluan*

---

dipakai untuk mereduksi ion logam berat krom pada limbah cair industri batik yang sering menjadi permasalahan bagi lingkungan.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **II.1 Bahan Baku**

##### **II.1.1 Ampas Tebu**

Ampas tebu atau *bagasse*, merupakan limbah yang dihasilkan dari proses pemerahan atau ekstraksi batang tebu. Dari sekian banyak ampas tebu yang dihasilkan, baru sekitar 50% yang sudah dimanfaatkan misalnya sebagai bahan bakar dalam proses produksi, ampas tebu dijual untuk dimanfaatkan sebagai tambahan bahan baku pembuatan kertas. Selain itu ampas tebu juga digunakan sebagai adsorben ion logam berat. Ampas tebu memiliki sifat fisik yaitu berwarna kekuning-kuningan, berserat (berserabut), lunak, dan relatif membutuhkan tempat yang luas untuk penyimpanan dalam jumlah berat tertentu dibandingkan dengan penyimpanan dalam bentuk arang dengan jumlah yang sama. Ampas tebu yang dihasilkan dari tanaman tebu tersusun atas penyusun antara lain air (kadar air 44,5%) serat yang berupa zat padat (kadar serat 52,0%). Secara kimiawi komponen utama penyusun ampas tebu adalah serat yang didalamnya terkandung selulosa, poliosa seperti hemiselulosa dan lignin. Susunan ketiga komponen tersebut dalam ampas tebu hampir sama dengan susunan yang ada dalam tanaman monokotil berkayu lunak.

**Tabel 2.1** Komponen Penyusun Serat Ampas Tebu\*

*Tabel 1. Kandungan selulosa, hemiselulosa, dan lignin pada beberapa limbah pertanian dan hasil hutan.*

Jenis limbah	Selulosa (%)	Hemiselulosa (%)	Lignin (%)
Batang kayu daun lebar <sup>1</sup>	40–55	24–40	18–25
Batang kayu daun jarum <sup>1</sup>	45–50	25–35	25–35
Daun <sup>1</sup>	15–20	80–85	0
Tongkol jagung <sup>1</sup>	45	35	15
Kulit kacang <sup>1</sup>	25–30	25–30	30–40
Jerami gandum <sup>1</sup>	30	50	15
Ampas tebu <sup>2</sup>	50	25	25
Tandan kosong kelapa sawit <sup>3</sup>	41,30–46,50	25,30–33,80	27,60–32,50

Sumber: <sup>1</sup>Reshamwala *et al.* (1995), Cheung dan Anderson (1997), Boopathy (1998), Dewes dan Hunsche (1998) dalam Sun dan Cheng (2002); <sup>2</sup>Pandey *et al.* (2000); <sup>3</sup>Syafwina *et al.* (2002a).

\*Sumber :1Reshamwala *et al.* (1995), Cheung dan Anderson (1997), Boopathy (1998), Dewes dan Hunsche (1998) dalam Sun dan Cheng (2002); 2Pandey *et al.* (2000); 3Syafwina *et al.* (2002a).

Ditulis dalam jurnal Bambang Prasetya dkk, 2010

### II.1.2 Limbah Cair Batik

Industri batik dan tekstil merupakan salah satu penghasil limbah cair yang berasal dari proses pewarnaan. Selain kandungan zat warnanya tinggi, limbah industri batik dan tekstil juga mengandung bahan-bahan sintetik yang sukar larut atau sukar diuraikan. Setelah proses pewarnaan selesai, akan dihasilkan limbah cair yang berwarna keruh dan pekat. Biasanya warna air limbah tergantung pada zat warna yang digunakan. Limbah air yang berwarna-warni ini yang menyebabkan masalah terhadap lingkungan. Limbah zat warna yang dihasilkan dari industri tekstil umumnya merupakan senyawa organik *non-biodegradable*, yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan terutama lingkungan perairan (Riyanto, 2004).

Apabila endapan yang terjadi berasal dari bahan buangan organik, maka mikroorganisme di dalam air mendegradasi bahan organik tersebut menjadi bahan yang lebih sederhana. Hal ini



## *BAB II Tinjauan Pustaka*

---

menyebabkan oksigen terlarut berkurang dan mengganggu kehidupan organisme lain yang memerlukan oksigen. Apabila bahan buangan berupa bahan anorganik yang dapat larut maka air akan mendapat tambahan ion-ion logam yang berasal dari bahan tersebut (*Khairani, dkk, 2007*).

Logam berat dapat masuk ke dalam tubuh manusia yang dalam skala tertentu membantu kinerja metabolisme tubuh dan mempunyai potensi racun jika memiliki konsentrasi yang terlalu tinggi. Sifat racun logam berat yang tergolong sangat beracun, dapat mengakibatkan kematian atau gangguan kesehatan yang tidak pulih dalam jangka waktu singkat, logam tersebut antara lain : Pb, Hg, Cd, Cr, As, Sb, Ti dan U. Tingkat karacunan krom pada manusia diukur melalui kadar atau kandungan krom dalam urin. Oleh karena itu, krom merupakan logam yang sangat beracun dan sangat berbahaya bagi kesehatan manusia (*Khairani, dkk, 2007*).

Limbah berbahaya yang sering digunakan dalam industri tekstil adalah krom yang merupakan salah satu logam berat. Apabila limbah industri tekstil yang mengandung krom dibuang langsung ke dalam lingkungan tanpa melalui pengolahan lebih dahulu, berakibat menambah jumlah ion logam pada air lingkungan. Air lingkungan yang berlebihan jumlah ion logam pada umumnya tidak dapat dikonsumsi sebagai air minum. Kandungan krom dalam air dapat menimbulkan efek kesehatan bagi manusia. Selain itu, para pekerja yang menggunakan krom pasti juga beresiko tinggi terkontaminasi oleh krom. Kulit yang bersentuhan krom maupun hidung yang menghirup krom secara berlebihan akan mengganggu juga untuk metabolisme tubuh maupun nafas (*Khairani, dkk, 2007*).

Agar memenuhi baku mutu yang ditetapkan maka harus dilakukan pengolahan terhadap limbah ini sebelum dibuang ke badan air. Salah satu alternatif pengolahan yang dilakukan adalah dengan adsorpsi (*Jannatin, dkk, 2011*).



## **II.2 Adsorpsi**

Adsorpsi merupakan suatu proses penyerapan oleh padatan tertentu terhadap zat tertentu yang terjadi pada permukaan zat padat karena adanya gaya tarik atom atau molekul pada permukaan zat padat tanpa meresap ke dalam. Adsorpsi dapat terjadi pada antarfasa padat-cair, padat-gas atau gas-cair. Molekul yang terikat pada bagian antarmuka disebut adsorbat, sedangkan permukaan yang menyerap molekul-molekul adsorbat disebut adsorben. Pada adsorpsi, interaksi antara adsorben dengan adsorbat hanya terjadi pada permukaan adsorben. Adsorpsi adalah gejala pada permukaan, sehingga makin besar luas permukaan, maka makin banyak zat yang teradsorpsi. Walaupun demikian, Adsorpsi masih bergantung pada sifat zat pengadsorpsi.

### **II.2.1 Jenis Adsorpsi**

Berdasarkan besarnya interaksi antara adsorben dan adsorbat, adsorpsi dibedakan menjadi dua macam yaitu adsorpsi fisika dan adsorpsi kimia.

#### **a. Adsorpsi Fisika**

Dalam adsorpsi fisika, molekul-molekul teradsorpsi pada permukaan adsorben dengan ikatan yang lemah. Adsorpsi fisika terjadi bila gaya intermolekular lebih besar dari gaya tarik antarmolekul atau gaya tarik menarik yang relatif lemah antara adsorbat dengan permukaan adsorben, gaya ini disebut gaya *Van Der Waals* sehingga adsorbat dapat bergerak dari satu bagian permukaan ke bagian permukaan lain dari adsorben. Adsorpsi ini berlangsung cepat, dapat membentuk lapisan jamak (*multilayer*) dan dapat bereaksi balik (*reversibel*), sehingga molekul-molekul yang teradsorpsi mudah dilepaskan kembali dengan cara menurunkan tekanan gas atau konsentrasi zat terlarut (*Apriliani, 2010*).

#### **b. Adsorpsi Kimia**

Pada adsorpsi kimia, molekul-molekul yang teradsorpsi pada permukaan adsorben bereaksi secara kimia, karena adanya reaksi antara molekul-molekul adsorbat dengan adsorben dimana



## BAB II Tinjauan Pustaka

terbentuk ikatan kovalen dengan ion, sehingga terjadi pemutusan dan pembentukan ikatan. Oleh karena itu, panas adsorpsinya mempunyai kisaran yang sama seperti reaksi kimia, yaitu berkisar 100 kJ/mol (mempunyai orde besaran yang sama dengan energi ikatan kimia). Adsorpsi ini bersifat *irreversibel*, hanya dapat membentuk lapisan tunggal (*monolayer*) dan diperlukan energi yang banyak untuk melepaskan kembali adsorbat. Pada umumnya, dalam adsorpsi kimia jumlah adsorpsi bertambah besar dengan naiknya temperatur. Zat yang teradsorpsi membentuk suatu lapisan monomolekuler dan relatif lambat tercapai kesetimbangan karena dalam adsorpsi kimia melibatkan energi aktivasi (Apriliani, 2010).

### **II.2.2 Faktor- Faktor yang Mempengaruhi Daya Adsorpsi**

Banyaknya adsorbat yang terserap pada permukaan adsorben dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu :

1. Jenis Adsorbat, dapat ditinjau dari
  - a. Ukuran molekul adsorbat, rongga tempat terjadinya Adsorpsi dapat dicapai melalui ukuran yang sesuai, sehingga molekul- molekul yang bisa diadsorpsi adalah molekul-molekul yang berdiameter sama atau lebih kecil dari diameter pori adsorben.
  - b. Polaritas molekul adsorbat, apabila diameter sama, molekul-molekul polar lebih kuat diadsorpsi daripada molekul-molekul yang kurang polar, sehingga molekul-molekul yang lebih polar bisa menggantikan molekul-molekul yang kurang polar yang telah diserap.
2. Sifat adsorben, dapat ditinjau dari
  - a. Kemurnian adsorben, adsorben yang lebih murni memiliki daya serap yang lebih baik.
  - b. Luas permukaan, semakin luas permukaan adsorben maka jumlah adsorbat yang terserap akan semakin banyak pula.
  - c. Temperatur, adsorpsi merupakan proses eksotermis



sehingga jumlah adsorbat akan bertambah dengan berkurangnya temperatur adsorbat. Adsorpsi fisika yang substansi biasa terjadi pada temperatur dibawah titik didih adsorbat, terutama dibawah 50°C. Sebaliknya pada adsorpsi kimia, jumlah yang diadsorpsi berkurang dengan naiknya temperatur adsorbat.

- d. Tekanan, untuk adsorpsi fisika, kenaikan tekanan adsorbat mengakibatkan kenaikan jumlah zat yang diadsorpsi (*Apriliani, 2010*).

### **II.2.3 Macam-Macam Adsorben**

#### a. Silika Gel

Silika gel cenderung mengikat adsorbat dengan energi yang relatif lebih kecil dan membutuhkan temperatur yang rendah untuk proses desorpsi, dibandingkan jika menggunakan adsorben lain seperti karbon atau zeolit. Kemampuan desorpsi silika gel meningkat dengan meningkatnya temperatur. Silika gel terbuat dari silika dengan ikatan kimia mengandung air kurang lebih 5%. Pada umumnya temperatur kerja silika gel sampai pada 200°C, jika dioperasikan lebih dari batas temperatur kerjanya maka kandungan air dalam silika gel akan hilang dan menyebabkan kemampuan Adsorpsinya hilang.

#### b. Zeolit

Zeolit mengandung kristal zeolit yaitu mineral *aluminosilicate* yang disebut sebagai penyaring molekul. Mineral *aluminosilicate* ini terbentuk secara alami. Zeolit memiliki diameter pori yang lebih besar sehingga dapat mengadsorpsi adsorbat pada umumnya.

#### c. Karbon Aktif

Karbon Aktif dapat dibuat dari batubara, kayu, dan tempurung kelapa melalui proses *pyrolizing* dan *carburizing* pada temperatur 700 sampai 800°C. Hampir semua adsorbat dapat diserap oleh karbon aktif kecuali



## *BAB II Tinjauan Pustaka*

---

air. Karbon aktif dapat ditemukan dalam bentuk bubuk dan *granular*. Pada umumnya karbon aktif dapat mengadsorpsi methanol atau amonia sampai dengan 30%, bahkan karbon aktif super dapat mengadsorpsi sampai dua kalinya.

*(Ambarita, 2008)*

### **II.3 Granul**

Granul adalah gumpalan-gumpalan dari partikel-partikel yang lebih kecil, umumnya berbentuk tidak merata dan menjadi seperti partikel tunggal yang lebih besar. Umumnya granul dibuat dengan cara melembabkan, yaitu menyalurkan adonan dari bahan serbuk yang yang ditekan melalui mesin pembuat granul.

Granulasi adalah proses yang bertujuan untuk meningkatkan aliran serbuk dengan jalan membentuknya menjadi bulatan-bulatan atau agregat-agregat dalam bentuk beraturan yang disebut granul.

Kriteria granul yang ideal dari hasil evaluasi terhadap granul siap cetak, diantaranya yaitu:

- a. Ukuran granul seragam atau memiliki distribusi butiran sempit dan mengandung serbuk halus berkisar antara 10% sampai 40%,
- b. Bentuk dan warna granul beraturan, sedapat mungkin mendekati bundar,
- c. Mengalir dengan baik,
- d. Tidak terlalu keras dan rapuh,
- e. Cukup padat, tetapi juga cukup berpori agar dapat larut dengan baik,
- f. Tidak terlampau kering dan basah,
- g. Mudah dicetak.

*(Rizki, 2009)*

#### **II.3.1 Metode Granulasi**

Metode granulasi dapat dibedakan menjadi dua golongan besar atas dasar digunakan atau tidaknya cairan untuk melarutkan atau mengembangkan bahan pengikat. Proses disebut sebagai



granulasi basah bila digunakan cairan pengikat dan granulasi kering bila seluruh bahan dicampur dan dibuat granul dalam keadaan kering.

- **Metode Granulasi Basah**

Metode ini merupakan proses pembentukan granul dengan jalan mengikat serbuk dengan suatu perekat sebagai pengganti pengompakan. Teknik ini membutuhkan larutan, suspensi atau bubur yang mengandung pengikat yang biasanya ditambahkan ke campuran serbuk. Bahan pengikat dapat pula dimasukkan kering ke dalam campuran serbuk dan cairan dapat ditambahkan tersendiri.

Proses pengeringan diperlukan oleh seluruh cara granulasi basah untuk menghilangkan pelarut yang dipakai pada pembentukan gumpalan-gumpalan dan untuk mengurangi kelembaban sampai pada tingkat yang optimum. Metode ini meliputi beberapa tahapan, yaitu : penimbangan, pencampuran, bahan-bahan, pembuatan dan penambahan larutan pengikat, pengayakan awal, pengeringan dan pengayakan akhir

Kelebihan dari metode granulasi basah adalah :

1. Mengikatkan *impresibilitas* dan daya ikat serbuk melalui penambahan larutan pengikat sehingga serbuk bersifat menyatu satu sama lain
2. Meningkatkan laju alir partikel obat berdosisi besar
3. Mendapatkan keseragaman kandungan partikel obat dan distribusi warna yang baik
4. Memudahkan penanganan massa serbuk tanpa menyebabkan kontaminasi udara
5. Meningkatkan laju pelarutan tablet

(Rizki, 2009)

- **Metode Granulasi Kering**

Granulsi kering adalah suatu proses pembuatan granul tanpa menggunakan air atau cairan sama sekali. Metode ini khususnya digunakan untuk bahan aditif yang tidak tahan terhadap cairan, tetapi tahan terhadap pemanasan, serta untuk bahan aktif yang mempunyai sifat aliran dan kompresibilitas yang



## BAB II Tinjauan Pustaka

---

tidak baik. Tahap-tahap yang harus dilaksanakan adalah :

1. Menghaluskan bahan aktif dan bahan tambahan
2. Mencampur komponen formula yang sudah dihaluskan
3. Mencetak menjadi tablet besar dan keras (*slugging*)
4. Pengayakan slugg menjadi granul
5. Mencampur granul dengan fase luar (penghancur dan pelicir)
6. Pencetakan tablet

Pada metode granulasi kering ini, partikel dapat diagregasi pada saat kompresi karena adanya kekuatan pengikatan yang terjadi saat kontak langsung antar permukaan, sehingga dapat mempegaruhi kekuatan ikatan yang terbentuk. Kekuatan ikatan ini tidak hanya diperoleh dari tekanan tinggi saja, tetapi juga melalui serbuk yang akan dibentuk.

Kekurangan dalam bentuk granular yaitu bahan mudah terbawa angin sehingga massanya berkurang. Sehingga perlu bentuk peengemasan lain agar mudah disimpan yaitu dalam bentuk tablet. Selain praktis dan mudah disimpan, cara penyajiannya lebih menarik bila dibandingkan dalam bentuk granular (Rizki, 2009).

### II.3.2 Tablet *Effervescent*



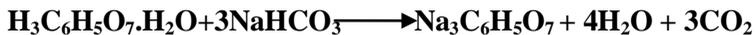
**Gambar 2.1** Tablet *Effervecent*



*Effervescent* didefinisikan sebagai bentuk sediaan yang menghasilkan gelembung gas sebagai hasil reaksi kimia dalam larutan. Gas yang dihasilkan umumnya adalah karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ). Dasar formula tablet *effervescent* adalah reaksi antara senyawa asam dengan karbonat atau bikarbonat menghasilkan karbondioksida. Bila tablet dimasukkan ke dalam air, maka akan terjadi reaksi kimia secara spontan antara asam dan natrium membentuk garam natrium,  $\text{CO}_2$ , serta air. Reaksi ini memberikan efek *sparkle* atau rasa seperti pada rasa minuman soda dan berjalan cukup cepat, umumnya selesai dalam waktu kurang dari satu menit dan menghasilkan larutan yang jernih.

Produk jenis ini banyak digemari karena penggunaannya hanya memasukkan tablet kedalam larutan dan tidak perlu mengaduknya agar cepat larut, serta menghasilkan larutan yang jernih.

Formula tablet *effervescent* terdiri dari sodium bikarbonat, asam tartrat, dan asam sitrat. Reaksi antara asam sitrat dengan sodium bikarbonat pada produk *effervescent* dijabarkan seperti pada persamaan



Proses pembuatan tablet *effervescent* dibuat dengan cara mengempa bahan-bahan aktif berupa sumber asam dan sumber karbonat. Bila tablet *effervescent* dimasukkan kedalam air, mulailah terjadi reaksi kimia antara sumber asam dan sumber karbonat tersebut sehingga membentuk garam natrium dari asam kemudian menghasilkan gas dalam bentuk karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ).

### II.3.3 Zat Pengisi (*Filter*)

Bahan pengisi yang digunakan harus memenuhi beberapa kriteria, yaitu :

1. Nontoksik
2. Tersedia dalam jumlah yang cukup di semua negara tempat produk itu dibuat



## BAB II Tinjauan Pustaka

---

3. Harganya cukup murah
4. Stabil secara fisik dan kimia
5. Bebas dari segala jenis mikroba

Penambahan bahan pengisi bertujuan agar diperoleh suatu bentuk, ukuran dan volume yang sesuai.

### 1. *Acidum Citricum* (Asam Sitrat)

Asam sitrat merupakan asam organik lemah yang ditemukan pada daun dan buah tumbuhan genus Citrus (jeruk-jerukan). Rumus kimia asam sitrat adalah  $C_6H_8O_7$ . Struktur asam ini tercermin pada nama IUPAC-nya, asam 2-hidroksi-1,2,3-propanatrikarboksilat (Rosita, 2014).

### Sifat fisika dan kimia

Keasaman asam sitrat didapatkan dari tiga gugus karboksil COOH yang dapat melepas proton dalam larutan. Jika hal ini terjadi, ion yang dihasilkan adalah ion sitrat. Sitrat sangat baik digunakan dalam larutan penyangga untuk mengendalikan pH larutan. Ion sitrat dapat bereaksi dengan banyak ion logam membentuk garam sitrat. Selain itu, sitrat dapat mengikat ion-ion logam dengan pengkelatan, sehingga digunakan sebagai pengawet dan penghilang kesadahan air (lihat keterangan tentang kegunaan di bawah).

Pada temperatur kamar, asam sitrat berbentuk serbuk kristal berwarna putih. Serbuk kristal tersebut dapat berupa bentuk *anhydrous* (bebas air), atau bentuk monohidrat yang mengandung satu molekul air untuk setiap molekul asam sitrat. Bentuk *anhydrous* asam sitrat mengkristal dalam air panas, sedangkan bentuk monohidrat didapatkan dari kristalisasi asam sitrat dalam air dingin. Bentuk monohidrat tersebut dapat diubah menjadi bentuk *anhydrous* dengan pemanasan di atas  $74\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Rosita, 2014).

### Kegunaan

Asam sitrat digunakan untuk memulihkan bahan penukar ion yang digunakan pada alat penghilang kesadahan dengan menghilangkan ion-ion logam yang terakumulasi pada bahan penukar ion tersebut sebagai kompleks sitrat. Asam sitrat juga



digunakan di dalam industri bioteknologi dan obat-obatan untuk melapisi (*passivate*) pipa mesin dalam proses kemurnian tinggi sebagai ganti asam nitrat, karena asam nitrat dapat menjadi zat berbahaya setelah digunakan untuk keperluan tersebut, sementara asam sitrat tidak. Dalam resep makanan, asam sitrat dapat digunakan sebagai pengganti sari jeruk.

### 2. Natrium bikarbonat

Natrium bikarbonat atau natrium karbonat hidrogen adalah senyawa dengan rumus kimia  $\text{NaHCO}_3$ . Natrium bikarbonat bentuknya padat putih seperti kristal atau sering muncul sebagai serbuk. Senyawa itu memiliki rasa sedikit asin, rasa alkali yang menyerupai dari soda cuci (natrium karbonat). Dalam penggunaan nonformal, namanya disingkat menjadi natrium *bicarb*, *bicarb* soda, hanya *bicarb*, atau bahkan *bica*. Saleratus kata, dari Latin *sal ratus* yang berarti bercampur udara dengan garam, secara luas digunakan dalam abad ke-19 untuk natrium bikarbonat dan kalium bikarbonat. Natrium bikarbonat biasanya disebut Baking Soda (*Rosita, 2014*).

### 3. Tanah liat (lempung)

Lempung dapat digunakan sebagai adsorben untuk menyerap logam-logam berat dan ion-ion yang terdapat dalam limbah cair maupun lingkungan perairan di sekitar kawasan industri yang berpotensi menghasilkan limbah yang mengandung logam berat. Penerapan lempung sebagai adsorben sebelumnya juga telah diteliti lebih mendalam seperti: lempung sebagai adsorben, resin penukar ion, dan penjernihan air. Hal ini dapat terjadi karena lempung ini merupakan bahan berpori dengan luas permukaan besar serta kandungan kation yang dapat dipertukarkan dengan kation dari larutan lain (*Erman, dkk*).

## II.4 Spektrofotometri

Metode analisis menggunakan spektrofotometer disebut spektrofotometri. Spektrofotometri dapat digunakan untuk menganalisis konsentrasi suatu zat didalam larutan berdasarkan absorbansi terhadap warna dari larutan pada panjang gelombang



## *BAB II Tinjauan Pustaka*

---

tertentu. Metode spektrofotometri memerlukan larutan standar yang telah diketahui konsentrasinya. Larutan standarnya terdiri dari beberapa tingkat konsentrasi mulai yang rendah sampai konsentrasi tinggi (*Khopkar, 1990*).

Spektrofotometri merupakan suatu metoda analisa yang didasarkan pada pengukuran serapan monokromatis oleh suatu lajur larutan berwarna pada panjang gelombang spesifik dengan menggunakan monokromator prisma atau kisi difraksi dengan detektor foto *tube*. Dalam analisis secara spektrofotometri dapat tiga daerah panjang gelombang elektromagnetik yang digunakan, yaitu daerah UV (200-380 nm), daerah visible (380-700 nm), daerah inframerah (700-3000 nm) (*Khopkar, 1990*).

### **II. 5 SII Karbon Aktif**

Kualitas arang aktif tergantung dari jenis bahan baku, teknologi pengolahan, cara pengerjaan dan ketepatan penggunaannya. Oleh karena itu, bagi produsen arang aktif yang perlu diketahui adalah kualitas apa yang ingin dihasilkan dengan menggunakan bahan baku yang ada, serta untuk apa tujuan kegunaan arang aktif tersebut. Berbagai versi standar kualitas arang aktif telah dibuat oleh negara maju seperti Amerika, Inggris, Korea, Jepang, dan Jerman. Indonesia telah membuat pula standar mutu arang aktif menurut Standar Industri Indonesia yaitu SII 0258-79 yang kemudian direvisi menjadi SNI 06-3730-1995 meskipun demikian, beberapa industri atau instansi membuat persyaratan sendiri dalam menerima kualitas arang aktif yang ditawarkan, misalnya persyaratan kualitas menurut Kementerian Kesehatan, persyaratan kualitas bagi pengolahan minyak bekas, untuk industri gula, monosodium glutamat, dan lain-lain. Berikut ini disajikan beberapa persyaratan kualitas yang dikemukakan :

**Tabel 2.2** Standar Kualitas Arang Aktif Menurut SII. 0258-79

Uraian	Prasyarat Kualitas
Bagian yang hilang pada pemanasan 950° C, %	Maks. 15
Kadar air, %	Maks. 10
Kadar abu, %	Maks. 2,5
Bagian tidak mengarang	Tidak ternyata
Daya serap terhadap I <sub>2</sub> , %	Min. 20

(Arang Aktif, 2011)

## II.6 Model Adsorpsi Isothermis

Untuk mengevaluasi kemampuan biomassa dalam mengadsorpsi larutan logam berat dapat dilakukan dengan mendapatkan data keseimbangan adsorpsi yang diperoleh dari eksperimen. Keseimbangan adsorpsi ion-ion logam dapat digambarkan dengan model adsorpsi isothermal yang digunakan oleh larutan. Model-model adsorpsi isothermal dari Langmuir (1918) dan Freundlich (1926) telah banyak digunakan dalam literatur untuk memodelkan adsorpsi keseimbangan dalam larutan.

### *Model Isothermis Langmuir*

Model ini dapat dinyatakan dalam persamaan (1):

$$q_e = \frac{q_{\max} b C_e}{1 + b C_e} \quad \dots (1)$$

dengan  $q_e$  adalah jumlah ion logam yang terserap per satuan berat biomassa, mg/g;  $C_e$  adalah konsentrasi keseimbangan ion logam dalam larutan, mg/l;  $q_{\max}$  adalah kapasitas serap maksimum bahan penyerap, mg/g; dan  $b$  adalah konstanta keseimbangan adsorpsi.

### *Model Isothermis Freundlich*

Model ini dapat dinyatakan dalam persamaan (2):

$$q_e = k C_e^{1/n} \quad \dots (2)$$

dengan  $k$  dan  $n$  adalah konstanta keseimbangan adsorpsi.

(Soeprijanto dkk., 2007).

## **BAB III**

### **METODOLOGI PEMBUATAN PRODUK**

#### **III.1 Tahap Pelaksanaan**

##### **1. Tahap Persiapan**

- a. Pengumpulan literatur
- b. Merumuskan metodologi percobaan
- c. Menyediakan bahan baku dan bahan pembantu
- d. Persiapan bahan baku

##### **2. Tahap Percobaan**

- a. Pembuatan adsorben
- b. Proses aktivasi adsorben

##### **3. Tahap Analisa**

- a. Analisa Adsorpsi

#### **III.2 Bahan yang Digunakan**

##### **Bahan Baku**

1. Ampas Tebu
2. Tanah Liat
3. Limbah Cair Industri Batik

##### **Bahan Kimia untuk Pembuatan Adsorben**

1. Asam Sitrat
2. Natrium Bikarbonat

##### **Bahan Kimia untuk Proses Aktivasi Karbon Aktif**

1. *Aquadest*
2. NaOH

#### **III.3 Peralatan yang Digunakan**

1. Gelas ukur 1000 ml
2. Pipet tetes
3. *Beaker glass*
4. Labu ukur
5. Erlenmeyer



6. Cawan porselen
7. Timbangan elektrik
8. Kertas saring
9. Ayakan 80-100 *mesh*
10. *Oven*
11. Gelas arloji
12. Spatula
13. Corong
14. Desikator
15. *Furnace*
16. Buret
17. Statif
18. *Crusher*
19. *Spektrofotometer*

### **III.4 Variabel yang Dipilih**

1. Karbon aktif berbentuk serbuk, tablet tanah liat, dan tablet *effervescent*
2. Waktu kontak (45 menit, 60 menit, 75 menit, 90 menit, dan 100 menit)
3. Penambahan massa (1 gram, 2 gram, dan 3 gram)

### **III.5 Prosedur Pembuatan**

#### **III.5.1 Tahap Persiapan**

1. Menyiapkan bahan baku yang akan diproses
2. Menyiapkan peralatan yang digunakan

#### **III.5.2 Pembuatan Adsorben**

1. Karbonisasi : 1000 gr ampas tebu ditimbang dan dibakar dalam *furnace* pada suhu 300°C selama 10 menit.
2. Ampas tebu yang diperoleh didinginkan, dihaluskan dengan menggunakan *crusher* dan diayak menggunakan ayakan dengan ukuran 100 mesh.
3. Aktivasi : 50 gr diaktivasi dalam larutan aktivator H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> selama 4 jam pada suhu 100°C.



### BAB III Metodologi Pembuatan Produk

4. Mencuci arang aktif dengan menggunakan *aquadest* dan mengendapkan selama 1 hari untuk menghilangkan larutan aktivator yang masih tertinggal dan kemudian disaring.
5. Mengeringkan arang aktif dengan menggunakan *oven* pada suhu  $\pm 105^{\circ}\text{C}$  (selama  $\pm 1$  jam).

#### III.5.3 Pembuatan Tablet *Effervescent*

1. Menimbang arang aktif yang telah dikeringkan sebanyak 3 gram.
2. Mencampurkan arang aktif dengan 1 gram asam sitrat; 1 gram natrium bikarbonat.
3. Mencetak arang aktif dalam bentuk tablet.
4. Mengeringkan tablet *effervescent* dengan suhu maksimal  $105^{\circ}\text{C}$  selama 5 menit dan siap dikemas.

#### III.5.4 Pembuatan Tablet dengan Tanah Liat

1. Menimbang arang aktif yang telah dikeringkan sebanyak 3 gram.
2. Mencampurkan arang aktif dengan 1 gram tanah liat.
3. Mencetak arang aktif dalam bentuk tablet.
4. Mengeringkan tablet *effervescent* dengan suhu maksimal  $105^{\circ}\text{C}$  dan siap dikemas.

#### III.5.5 Tahap Pengujian

##### 1. Kadar Air

- a. Menimbang  $\pm 2$  gram arang aktif dan memasukkan dalam cawan porselen.
- b. Memanaskan dalam *oven* pada suhu  $105^{\circ}\text{C}$  selama 1 jam.
- c. Kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang (sampai berat tetap).
- d. Menghitung kadar air dengan rumus

$$\text{Kadar air} = \frac{a-b}{a}$$



Keterangan:

a = massa arang mula-mula (gr)

b = massa arang setelah dikeringkan (gr)

c = berat sampel (gr)

## 2. Kadar Abu

- a. Menimbang  $\pm 5$  gram arang aktif ditimbang dan memasukkan dalam cawan porselen.
- b. Mengabukan dalam *furnace* pada suhu  $600^{\circ}\text{C}$  selama 2 jam.
- c. Kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang (sampai berat tetap).
- d. Menghitung kadar abu dengan rumus

$$\text{Kadar abu} = \frac{c-a}{b}$$

Keterangan:

A = Berat cawan kosong (gram)

B = Berat cawan + isi (gram)

C = Berat cawan + isi setelah dimasukkan dalam *furnace*

## 3. Daya Serap terhadap Larutan $\text{I}_2$

### a. Titrasi Blanko

1. Masukkan aquades 10 ml dalam *erlenmeyer* 250 ml.
2. Kemudian ditambahkan dengan 10 ml klorofom dan 25 ml larutan wijs lalu goyangkan hingga homogen.
3. Simpan larutan di tempat yang gelap selama 60 menit pada suhu  $25^{\circ}\text{C}$  (suhu ruangan).
4. Setelah 60 menit ambil sampel, tambahkan 10 ml larutan kalium iodida 15 % kemudian encerkan dengan 100 ml aquades.
5. Titrasi larutan dengan larutan standar  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  0,125 N sambil dikocok, hingga warna kuning hilang.
6. Tambahkan 1-2 ml indikator kanji 1%.
7. Lanjutkan titrasi hingga warna biru hilang.



8. Lakukan pekerjaan tiga kali.

**b. Titrasi Produk**

1. Timbang produk adsorben 1 gram dan dicampur dengan 10 ml aquades dalam *erlenmeyer* 250 ml.
2. Kemudian ditambahkan dengan 10 ml klorofom dan 25 ml larutan wijs lalu goyangkan hingga homogen.
3. Simpan larutan di tempat yang gelap selama 60 menit pada suhu 25°C (suhu ruangan).
4. Setelah 60 menit ambil sampel, tambahkan 10 ml larutan kalium iodida 15 % kemudian encerkan dengan 100 ml aquades.
5. Titrasi larutan dengan larutan standar  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  0,125 N sambil dikocok, hingga warna kuning hilang.
6. Tambahkan 1-2 ml indikator kanji 1%.
7. Lanjutkan titrasi hingga warna biru hilang.
8. Lakukan pekerjaan tiga kali.
9. Setelah titrasi blanko dan produk selesai lakukan perhitungan bilangan Iod dengan rumus :

$$\text{Bilangan Iod} = \frac{V \times N \times 12,69}{W} \times 100\%$$

Keterangan :

- V : volume  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  (ml)  
 N : normalitas  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$   
 W : berat contoh uji (gr)  
 12,69 : bobot setara dari bilangan iod

**4. Tahap Uji Coba Tablet dalam Penyerapan Ion Logam dalam Limbah Cair Industri Batik**

- a. Mengisi bejana dengan larutan zat warna tekstil sebanyak 1 liter.
- b. Memasukkan penambahan serbuk, tablet dari tanah liat, tablet *effervescent* sesuai dengan variabel kedalam bejana.



- c. Mengamati limbah batik dengan lamanya waktu penyerapan dalam limbah cair industri batik.

### **III.5.6 Tahap Analisa Produk**

#### **1. Kadar Air**

- a. Menimbang  $\pm 2$  gram arang aktif memasukkan dalam cawan porselen.
- b. Memanaskan dalam *oven* pada suhu  $105^{\circ}\text{C}$  selama 1 jam.
- c. Kemudian mendinginkan dalam desikator dan ditimbang (sampai berat tetap).
- d. Menghitung kadar air.
- e. Membandingkan hasilnya dengan karakteristik yang ada pada SII 0258-79.

#### **2. Kadar Abu**

- a. Menimbang  $\pm 2$  gram arang aktif dan memasukkan dalam cawan porselen.
- b. Mengabukan dalam *furnace* pada suhu  $300^{\circ}\text{C}$  selama 1 jam.
- c. Kemudian mendinginkan dalam desikator dan ditimbang (sampai berat tetap).
- d. Menghitung kadar abu.
- e. Membandingkan hasilnya dengan karakteristik yang ada pada SII 0258-79.

#### **3. Daya Serap terhadap $\text{I}_2$**

- a. Memasukkan sampel sebanyak 1 gram ke dalam erlenmeyer.
- b. Menambahkan 25ml larutan  $\text{I}_2$  0,1 N.
- c. Mengocok selama 15 menit dan kemudian disaring.
- d. Hasil filtrat diambil sebanyak 10ml dan dititrasi dengan 0,125 N larutan thiosulfat.



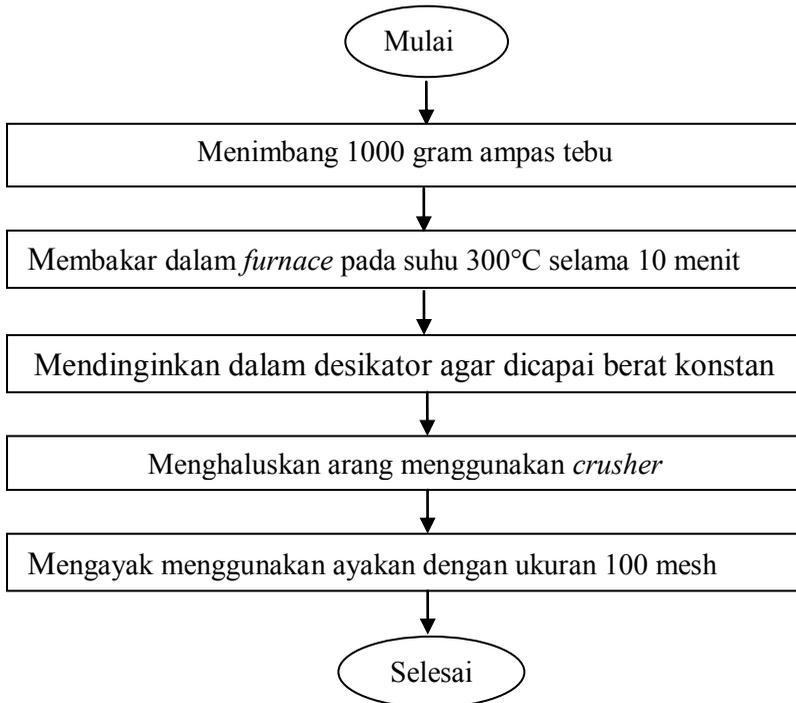
- e. Menambahkan indikator amilum 1% sampai warna biru.
- f. Kemudian dititrasi kembali sampai warna biru hilang.
- g. Menghitung daya serap terhadap  $I_2$ .
- h. Membandingkan hasilnya dengan karakteristik yang ada pada SII-0258-79.

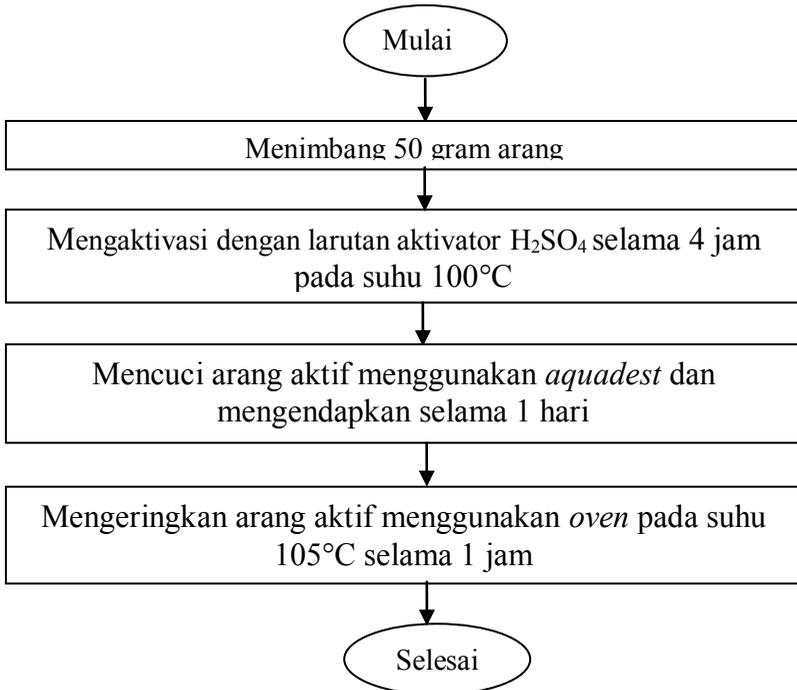
#### **4. Tahap Analisa Tablet dalam Penyerapan Ion Logam dalam Limbah Cair Industri Batik**

1. Menganalisa dengan alat spektrofotometer dengan panjang gelombang 540 nm untuk mengetahui kadar krom sebelum penambahan tablet *effervescent*.
2. Menganalisa dengan alat spektrofotometer untuk mengetahui kadar krom.
3. Membandingkan kadar krom limbah cair industri batik sebelum penambahan tablet *effervescent* dan sesudah penambahan tablet *effervescent*.
4. Mengulangi percobaan dengan mengatur panjang gelombang sesuai dengan ion logam yang akan dianalisa.

#### **III.5.7 Tempat Pelaksanaan**

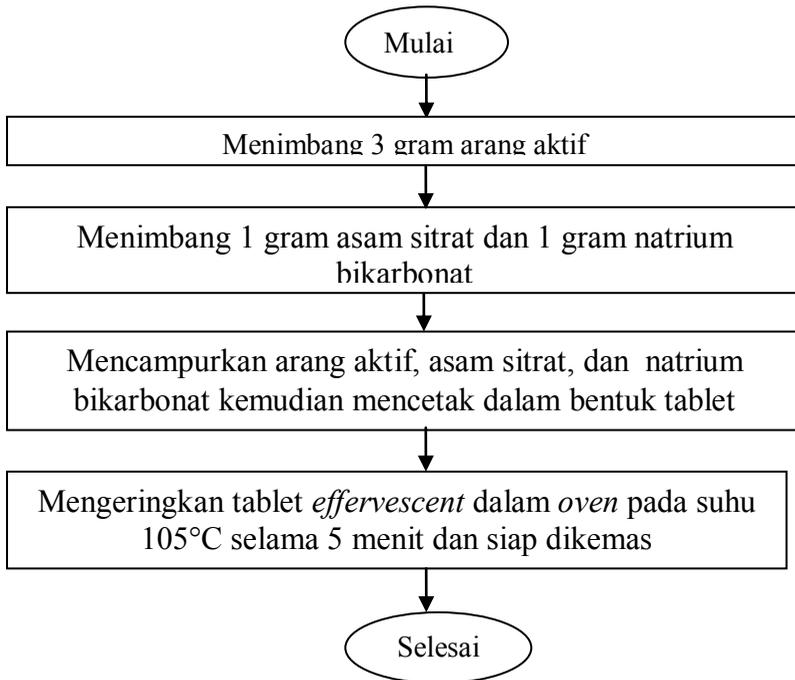
Penelitian tugas akhir dengan judul “Uji Keefektifan Adsorben dari Ampas Tebu Berbentuk *Effervescent* Untuk Mereduksi Ion Logam Krom dalam Limbah Cair Industri Batik”, kami melaksanakan di laboratorium Kimia Analit dan Kimia Fisika kampus D3 Teknik Kimia FTI-ITS dan Laboratorium Balai Penelitian dan Konsultasi Industri (BPKI). Alasan kami, karena terdapat bahan dan alat-alat yang dibutuhkan sebagai penunjang penelitian yang kami laksanakan.

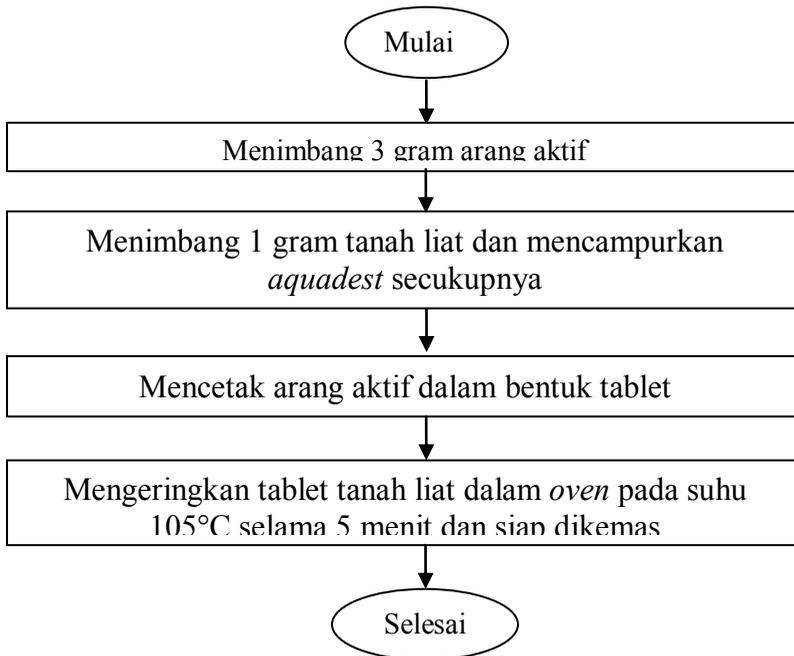
**III.6 Diagram Alir****III.6.1 Pembuatan Adsorben Arang Ampas Tebu**

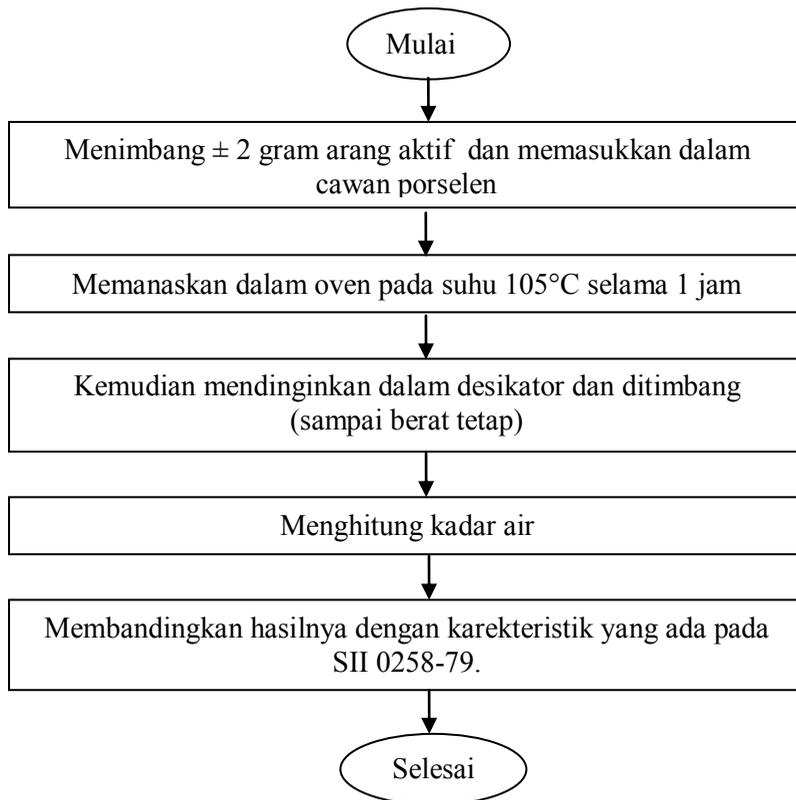
**III.6.2 Pembuatan Adsorben Arang Aktif Ampas Tebu**

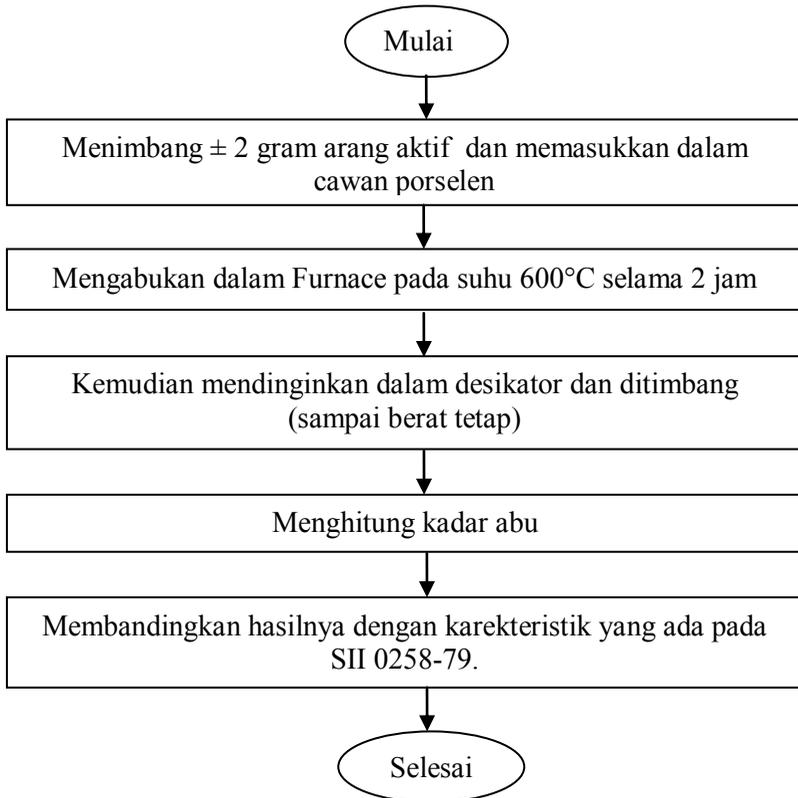


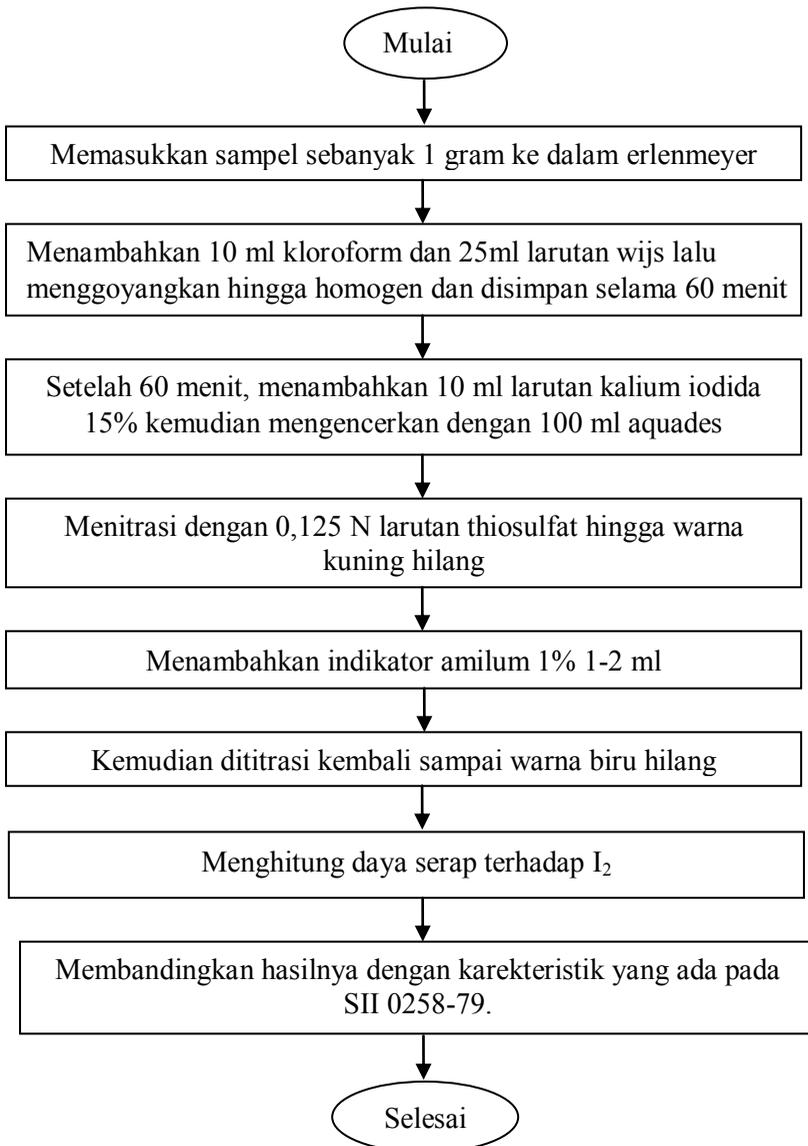
### III.6.3 Pembuatan Tablet *Effervescent*



**III.6.4 Pembuatan Tablet Tanah Liat**

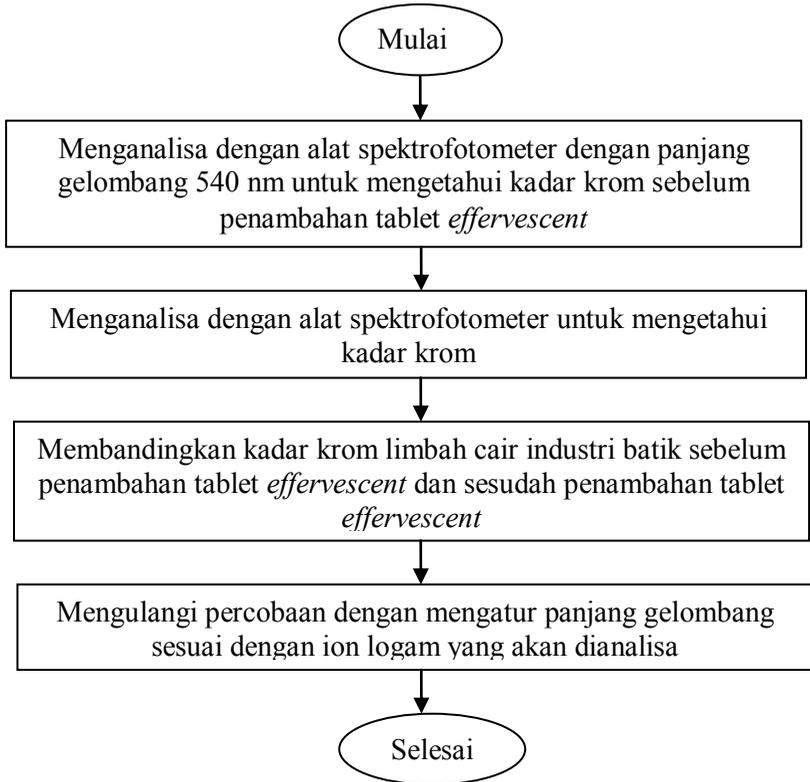
**III.6.5 Tahap Analisa Kadar Air**

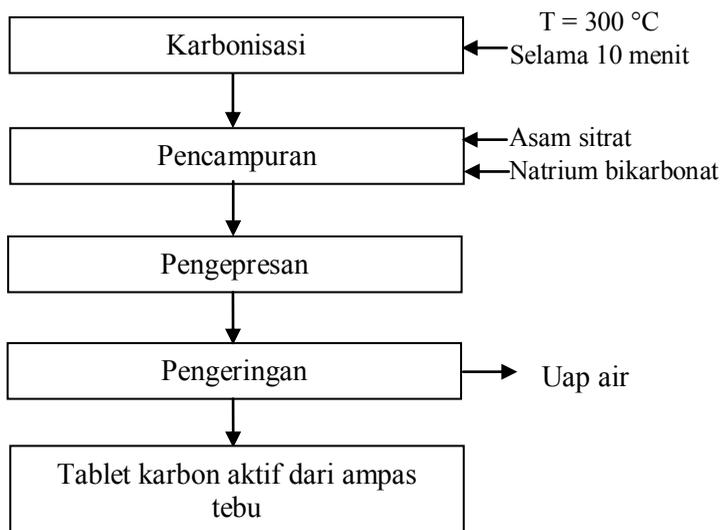
**III.6.6 Analisa Kadar Abu**

**III.6.7 Tahap Analisa Daya Serap Terhadap  $I_2$** 



### III.6.8 Tahap Analisa Tablet dalam Penyerapan Ion Logam dalam Limbah Cair Industri Batik



**III.7 Diagram Blok Proses Pembuatan**

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **IV.1 Hasil Percobaan**

Kualitas arang aktif tergantung dari jenis bahan baku, teknologi pengolahan, cara pengerjaan dan ketepatan penggunaannya. Dalam penelitian tugas akhir ini, bahan baku yg digunakan adalah ampas tebu yang dikarbonisasi melalui *furnace*. Karbon tersebut diaktifkan dengan menggunakan larutan  $H_2SO_4$ . Karbon aktif dari ampas tebu ini diharapkan dapat menyerap ion logam krom dalam air limbah batik. Untuk mengetahui keaktifan karbon dari ampas tebu, dilakukan analisa Iodin dengan cara menitrasi larutan thiosulfat.

Tujuan pembuatan karbon aktif ini yaitu untuk mengetahui proses pembuatan adsorben karbon aktif dari ampas tebu dan untuk mengetahui penurunan daya serap ion logam berat krom dari adsorben karbon aktif dari ampas tebu pada limbah cair industri batik. Pembuatan adsorben ampas tebu ini diharapkan dapat menyerap ion logam berat pada limbah cair industri batik agar dapat memenuhi standar kualitas air limbah yaitu 1 mg/L.

Berdasarkan syarat standar kualitas karbon aktif menurut SII 0258-79 ditunjukkan pada **Tabel 4.1**. Kualitas karbon aktif dari ampas tebu sudah memenuhi syarat sebagai adsorben. Hal ini dapat dilihat hasilnya pada **Tabel 4.2** yang menunjukkan perbandingan nilai dari karbon aktif dan standar kualitas arang aktif menurut SII 0258-79.

Dari penelitian tugas akhir yang dilakukan, pembuatan karbon aktif dari ampas tebu sudah memenuhi kualitas arang aktif menurut SII 0258-79 sehingga dapat diujikan untuk mereduksi ion logam berat krom pada limbah cair industri batik. Pada **Tabel 4.3**, **Tabel 4.4**, **Tabel 4.5** menunjukkan hasil penyerapan ion logam berat krom berdasarkan variabel waktu kontak oleh 3 gram karbon aktif berbentuk serbuk, tablet tanah liat, dan tablet *effervescent*. Sedangkan pada **Tabel 4.6**, **Tabel 4.7**, **Tabel 4.8** menunjukkan hasil penyerapan ion logam berat krom berdasarkan variabel

BAB IV Hasil dan Pembahasan

penambahan massa oleh karbon aktif berbentuk serbuk, tablet tanah liat, dan tablet *effervescent* selama 60 menit. Hasil tersebut dilakukan dengan menguji ion logam berat krom menggunakan spektrofotometri UV Vis. Berikut data hasil percobaan tugas akhir yang dilakukan di laboratorium Kimia Analit dan laboratorium Kimia Fisika :

**Tabel 4.1** Standar Kualitas Karbon Aktif Menurut SII. 0258-79

Uraian	Prasyarat Kualitas
Bagian yang hilang pada pemanasan 950° C, %	Maks. 15
Kadar air, %	Maks. 10
Kadar abu, %	Maks. 2,5
Bagian tidak mengarang	-
Daya serap terhadap I <sub>2</sub> , %	Min. 20

(*Arang Aktif*, 2011)

**Tabel 4.2** Hasil Perbandingan Arang Aktif Menurut SII 0258-79

Uraian	Hasil percobaan	SNI
Kadar air, %	2,97*	Maks. 10
Kadar abu, %	1,45*	Maks. 2,5
Daya serap terhadap I <sub>2</sub> , %	22**	Min. 20
Kadar zat mudah menguap	5,99*	-

Keterangan : \*) dari hasil perhitungan praktikum di laboratorium Kimia Analit

\*\*\*) dari hasil perhitungan analisa di Laboratorium Balai Penelitian dan Konsultasi Industri (BPKI)



*BAB IV Hasil dan Pembahasan*

**Tabel 4.3** Hasil Penyerapan Ion Logam Cr Terhadap Waktu Kontak Oleh 3 Gram Karbon Aktif Berbentuk Serbuk

Waktu Kontak Karbon Aktif (menit)	Konsentrasi Limbah Awal (mg/L)	Konsentrasi Limbah Akhir (mg/L)	Kromium Terserap (%)
45	70,5	17,5	75,14
60	70,5	15,4	78,16
75	70,5	11,9	83,12
90	70,5	11,8	83,26
100	70,5	11,6	83,54

**Tabel 4.4** Hasil Penyerapan Ion Logam Cr Terhadap Waktu Kontak Oleh 3 Gram Karbon Aktif Berbentuk Tablet Tanah Liat

Waktu Kontak Tablet Tanah Liat (menit)	Konsentrasi Limbah Awal (mg/L)	Konsentrasi Limbah Akhir (mg/L)	Kromium Terserap (%)
45	70,5	31,5	55,32
60	70,5	30,3	57,02
75	70,5	30	57,44
90	70,5	29,9	57,58
100	70,5	29,7	57,87



**Tabel 4.5** Hasil Penyerapan Ion Logam Cr Terhadap Waktu Kontak Oleh 3 Gram Karbon Aktif Berbentuk Tablet *Effervescent*

<b>Waktu Kontak Tablet <i>Effervescent</i> (menit)</b>	<b>Konsentrasi Limbah Awal (mg/L)</b>	<b>Konsentrasi Limbah Akhir (mg/L)</b>	<b>Kromium Terserap (%)</b>
45	70,5	54,4	22,84
60	70,5	53,3	28,08
75	70,5	50,6	28,23
90	70,5	50,5	28,36
100	70,5	50,3	28,65

**Tabel 4.6** Hasil Penyerapan Ion Logam Cr Terhadap Penambahan Massa Karbon Aktif Berbentuk Serbuk Selama 60 Menit

<b>Penambahan Massa Serbuk (gram)</b>	<b>Konsentrasi Limbah Awal (mg/L)</b>	<b>Konsentrasi Limbah Akhir (mg/L)</b>	<b>Kromium Terserap (%)</b>
1	70,5	20,3	71,21
2	70,5	13,8	80,43
3	70,5	12,4	82,41



*BAB IV Hasil dan Pembahasan*

**Tabel 4.7** Hasil Penyerapan Ion Logam Cr Terhadap Penambahan Massa Karbon Aktif Berbentuk Tablet Tanah Liat Selama 60 Menit

<b>Penambahan Massa Tablet Tanah Liat (gram)</b>	<b>Konsentrasi Limbah Awal (mg/L)</b>	<b>Konsentrasi Limbah Akhir (mg/L)</b>	<b>Kromium Terserap (%)</b>
1	70,5	35,5	49,65
2	70,5	32,9	53,3
3	70,5	30,5	56,74

**Tabel 4.8** Hasil Penyerapan Ion Logam Cr Terhadap Penambahan Massa Karbon Aktif Berbentuk Tablet *Effervescent* Selama 60 Menit

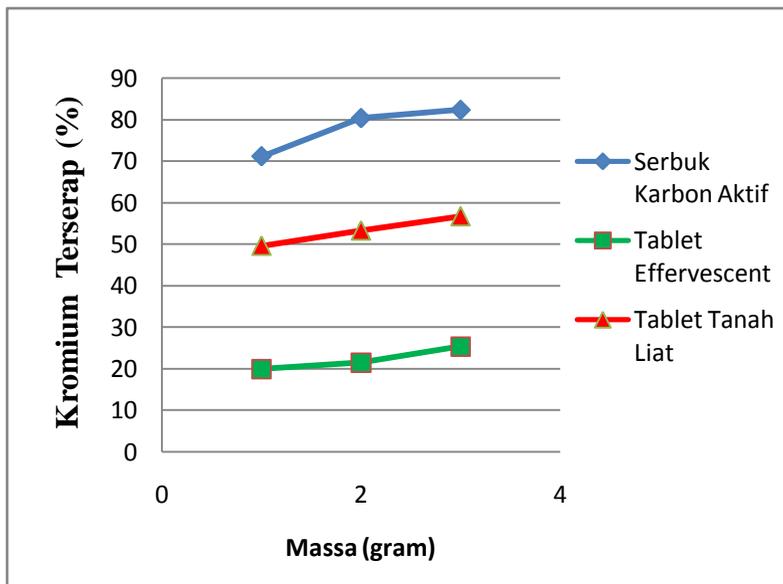
<b>Penambahan Massa Tablet <i>Effervescent</i> (gram)</b>	<b>Konsentrasi Limbah Awal (mg/L)</b>	<b>Konsentrasi Limbah Akhir (mg/L)</b>	<b>Kromium Terserap (%)</b>
1	70,5	56,4	20
2	70,5	48,94	21,56
3	70,5	45,11	25,39



## IV.2 Pembahasan

### IV.2.1 Adsorpsi Ion Logam Krom Berdasarkan Variabel Penambahan Massa

Hasil pengukuran pengaruh massa arang ampas tebu terhadap efisiensi ion logam Cr dapat dilihat pada tabel. Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa semakin banyak massa arang ampas tebu yang digunakan, maka semakin besar efisiensi penyerapannya terhadap ion logam Cr. Berdasarkan hasil yang terbaik penambahan massa larutan oleh karbon aktif berbentuk serbuk disajikan pada **Tabel 4.6**, **Tabel 4.7**, dan **Tabel 4.8**. Hubungan antara penambahan massa dengan persentase Cr yang terserap dari larutan limbah industri batik ditunjukkan pada **Gambar 4.1**.



**Gambar 4.1** Grafik Hubungan Penambahan Massa dengan % Kromium Terserap Oleh Serbuk Karbon Aktif, Tablet *Effervescent*, dan Tablet Tanah Liat Selama 60 Menit



#### BAB IV Hasil dan Pembahasan

Dari grafik di atas didapatkan pada penambahan adsorben variabel serbuk karbon aktif sebanyak 1 gram efisiensi penyerapan Cr sebesar 71,21%, sedangkan pada penambahan adsorben 2 gram sebesar 80,43%, dan semakin banyak penambahan adsorben yaitu 3 gram efisiensi penyerapan Cr semakin tinggi yaitu 82,41%.

Jika pada penambahan adsorben 1 gram karbon aktif berbentuk tablet *effervescent* memiliki efisiensi penyerapan Cr sebesar 20%, sedangkan pada penambahan adsorben 2 gram sebesar 21,56%, dan semakin banyak penambahan adsorben yaitu 3 gram efisiensi penyerapan Cr semakin tinggi yaitu 25,39%.

Begitu juga, pada penambahan adsorben 1 gram karbon aktif dengan penambahan tanah liat memiliki efisiensi penyerapan Cr sebesar 49,65%, sedangkan pada penambahan adsorben 2 gram sebesar 53,3%, dan semakin banyak penambahan adsorben yaitu 3 gram efisiensi penyerapan Cr semakin tinggi yaitu 56,74%.

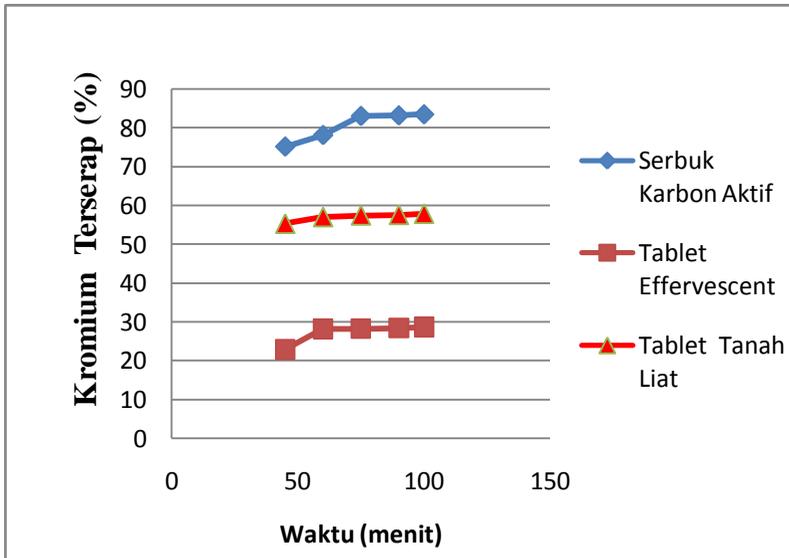
Hal ini menunjukkan bahwa dengan bertambahnya massa arang ampas tebu sebanding dengan bertambahnya jumlah partikel dan luas permukaan arang ampas tebu sehingga menyebabkan bertambahnya sisi aktif adsorpsi dan efisiensi penyerapannya pun meningkat. Hal ini diperkuat oleh *Barros et al., (2003)* yang menyatakan bahwa pada saat ada peningkatan massa adsorben, maka ada peningkatan presentase efisiensi penyerapan (*Apriliani, 2010*).

#### **IV.2.2 Adsorpsi Ion Logam Krom Berdasarkan Variabel Waktu Kontak**

Proses adsorpsi untuk menentukan waktu setimbang dengan metode *batch* menggunakan proses pengadukan. Variasi lama pengadukan yang dilakukan terhadap larutan kromium diperlukan untuk menentukan waktu kontak yang tepat agar penempelan molekul adsorbat dapat berlangsung optimum. Waktu kontak merupakan waktu yang dibutuhkan karbon aktif



dari ampas tebu untuk menyerap kromium. Hasil yang terbaik waktu kontak larutan oleh karbon aktif dari ampas tebu disajikan pada **Tabel 4.3**, **Tabel 4.4**, dan **Tabel 4.5**. Hubungan antara waktu kontak dengan persentase krom yang terserap dari larutan limbah industri batik ditunjukkan pada **Grafik 4.2**.



**Gambar 4.2** Grafik Hubungan Waktu Kontak dengan % Kromium Terserap Oleh Serbuk Karbon Aktif, Tablet *Effervescent*, dan Tablet Tanah Liat Sebanyak 3 Gram

Grafik di atas menunjukkan bahwa semakin lama waktu kontak maka % Cr terserap semakin besar.

Dari grafik di atas pada variabel serbuk karbon aktif dapat dilihat bahwa kecepatan naiknya % Cr yang terserap adalah pada awal penyerapan yaitu pada menit ke-45 dengan % Cr yang terserap sebanyak 75,17 % hingga menit ke-60 sebanyak 78,16 %. Sedangkan pada menit ke-75 hingga 100 penyerapan cenderung



#### BAB IV Hasil dan Pembahasan

konstan. Penyerapan optimum terjadi pada menit ke-75 dengan % Cr yang terserap sebanyak 83,12 %. Hal ini terjadi karena pada awal penyerapan, permukaan adsorben masih belum terlalu banyak berikatan dengan Cr sehingga proses penyerapan berlangsung kurang efektif. Pada menit ke-75 hingga 100 penyerapan logam Cr dalam larutan cenderung konstan yaitu rata-rata 83 %.

Sedangkan pada variabel tablet dengan tanah liat dapat dilihat bahwa kecepatan naiknya % Cr yang terserap adalah pada awal penyerapan yaitu pada menit ke-45 dengan % Cr yang terserap sebanyak 55,32 % hingga menit ke-60 hingga ke-100 penyerapan cenderung konstan. Penyerapan optimum terjadi pada menit ke-60 dengan % Cr yang terserap sebanyak 57,02 %. Hal ini terjadi karena pada awal penyerapan, permukaan adsorben masih belum terlalu banyak berikatan dengan Cr sehingga proses penyerapan berlangsung kurang efektif. Pada menit ke-60 hingga 100 penyerapan logam Cr dalam larutan cenderung konstan yaitu rata-rata 57 %.

Begitu juga pada variabel tablet *effervescent* dapat dilihat bahwa kecepatan naiknya % Cr yang terserap adalah pada awal penyerapan yaitu pada menit ke-45 dengan % Cr yang terserap sebanyak 22,84 % hingga menit ke-60 hingga ke-100 penyerapan cenderung konstan. Penyerapan optimum terjadi pada menit ke-60 dengan % Cr yang terserap sebanyak 28,08 %. Hal ini terjadi karena pada awal penyerapan, permukaan adsorben masih belum terlalu banyak berikatan dengan Cr sehingga proses penyerapan berlangsung kurang efektif. Pada menit ke-60 hingga 100 penyerapan logam Cr dalam larutan cenderung konstan yaitu rata-rata 28 %.

Pada keadaan ini, kapasitas adsorpsi permukaan karbon aktif dari ampas tebu telah jenuh dan telah tercapai kesetimbangan antara konsentrasi Cr dalam adsorben dengan lingkungannya sehingga penyerapan pada waktu kontak 75 menit berbentuk serbuk dan pada waktu kontak 60 menit berbentuk tablet tanah liat dan tablet *effervescent*. (Sulistiowati, 2012).



### IV.2.3 Model Adsorpsi Isotermis

Proses penyerapan atau adsorpsi oleh suatu adsorben dipengaruhi banyak faktor dan juga memiliki pola isoterm adsorpsi tertentu yang spesifik. Faktor-faktor yang mempengaruhi dalam proses adsorpsi antara lain yaitu jenis adsorben, jenis zat yang diserap, luas permukaan adsorben, konsentrasi zat yang diadsorpsi dan suhu. Oleh karena faktor-faktor tersebut maka setiap adsorben yang menyerap suatu zat satu dengan zat lain tidak akan mempunyai pola isoterm adsorpsi yang sama. Diketahui bahwa terdapat dua jenis persamaan pola isoterm adsorpsi yang sering digunakan pada proses adsorpsi dalam larutan yaitu persamaan adsorpsi Langmuir dan Freundlich.

Pengujian pola isoterm adsorpsi yang sesuai untuk proses penyerapan ion logam krom oleh karbon aktif dilakukan dengan perhitungan menggunakan persamaan Langmuir dan Freundlich.

Untuk menentukan persamaan isotherm Langmuir dan Freundlich maka dihitung harga  $Q_e$ ,  $C_e/Q_e$ ,  $\ln C_e/Q_e$  dan  $\ln C_e$  seperti yang terlihat pada **Tabel 4.9** diambil dari penyerapan oleh karbon aktif 100 mesh.

Dari **Tabel 4.9** dan maka dilakukan pemetaan grafik menggunakan Excel dengan memplotkan harga  $C_e/Q_e$  versus  $C_e$  untuk mendapatkan persamaan Langmuir dan memplotkan  $\ln Q_e$  versus  $\ln C_e$  untuk mendapatkan persamaan Freundlich. Hasil pemetaan dengan grafik seperti terlihat pada **Gambar 4.3** dan **Gambar 4.4** di bawah ini.

**Tabel 4.9.** Perhitungan Harga  $Q_e$ ,  $C_e/Q_e$ ,  $\ln Q_e$ , dan  $\ln C_e$  pada Karbon Aktif 100 Mesh

Waktu Kontak (menit)	Konsentrasi Limbah Awal (mg/L)	Konsentrasi Limbah Akhir (mg/L)	$Q_e$	$C_e/Q_e$	$\ln Q_e$	$\ln C_e$
45	70,5	17,5	0,883	19,81	-0,124	2,86
60	70,5	15,4	0,918	16,77	-0,085	2,73
75	70,5	11,9	0,977	12,18	-0,023	2,48
90	70,5	11,8	0,978	12,06	-0,021	2,47
100	70,5	11,6	0,982	11,82	-0,018	2,45



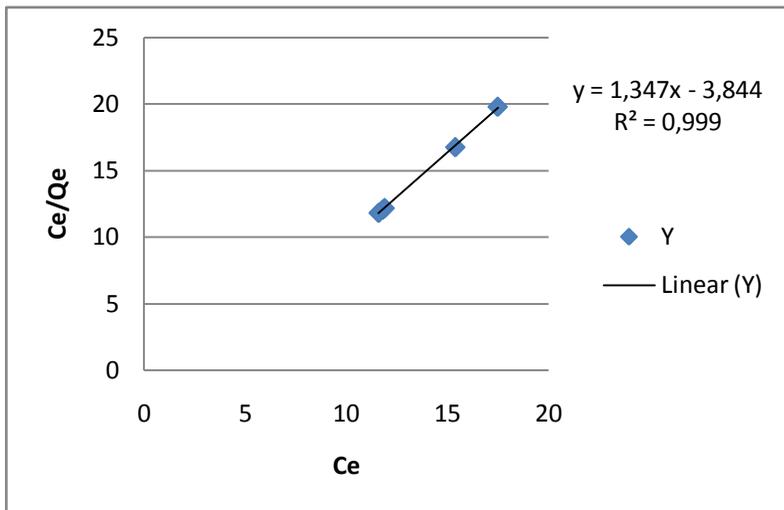
### Model Adsorpsi Isotermis Langmuir

Hasil terbaik parameter-parameter,  $q_{max}$  dan  $b$  persamaan model diperoleh dengan menlinearkan persamaan (1) dalam bentuk persamaan (3), dengan mengalurkan  $C_e/q_e$  terhadap  $C_e$ .

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{q_{max} b} + \frac{C_e}{q_{max}} \quad \dots (3)$$

Nilai  $q_{max}$  menunjukkan keterbatasan kapasitas adsorpsi bila permukaan tertutup penuh dengan *adsorbate* dan  $b$  menunjukkan kemampuan adsorbent untuk mengikat *adsorbate* (Soeprijanto dkk., 2007).

Hasil linearisasi ditunjukkan pada **Gambar 4.3** dan **Tabel 4.10**.



**Gambar 4.3** Grafik Persamaan Adsorpsi Isotermis Langmuir dari  $C_e$  dengan  $C_e/Q_e$

Pengujian persamaan adsorpsi Langmuir dan juga persamaan adsorpsi Freundlich dibuktikan dengan grafik



linierisasi yang baik dan mempunyai harga koefisien determinasi  $R^2 \geq 0.9$  (mendekati angka 1). Dari **Gambar 4.3** terlihat bahwa persamaan adsorpsi ion Cr oleh karbon aktif memenuhi persamaan adsorpsi Langmuir dengan  $R^2 = 0,999$ .

Hal ini menunjukkan bahwa persamaan Langmuir dapat diterapkan pada proses adsorpsi ion logam krom oleh karbon aktif. Diperoleh persamaan Langmuir  $y = 1,347 x - 3,844$  serta harga konstanta dari persamaan tersebut seperti terlihat pada **Tabel 4.10** dibawah ini.

**Tabel 4.10** Harga konstanta Langmuir pada karbon aktif 100 mesh

Isoterm	Konstanta	Harga
Langmuir	$q_{max}$ (mg/g)	1,011
	b (l/mg)	2,85
	$R^2$	0,999

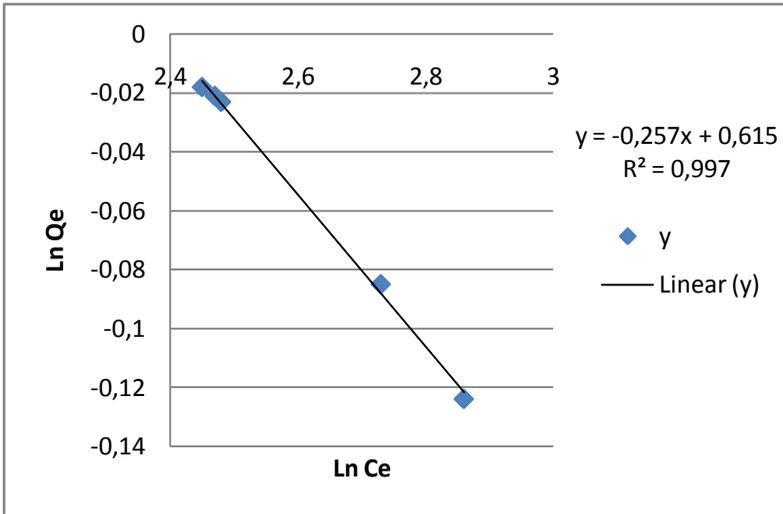
### Model Adsorpsi Isotermis Freundlich

Hasil terbaik parameter - parameter  $k$  dan  $1/n$  persamaan model diperoleh dengan menlinearkan persamaan (2) dalam bentuk persamaan (4), dengan mengalurkan  $\ln q_e$  terhadap  $\ln C_e$ .

$$\ln q_e = \ln k + 1/n \ln C_e \quad \dots (4)$$

Nilai  $k$  menunjukkan kemampuan proses adsorpsi dan  $1/n$  menunjukkan dependensi konsentrasi adsorpsi (Soeprijanto dkk., 2007).

Hasil linearisasi ditunjukkan pada **Gambar 4.4** dan **Tabel 4.11**.



**Gambar 4.4** Grafik Persamaan Adsorpsi Isotermis Freundlich dari  $\ln C_e$  dengan  $\ln Q_e$

Pengujian persamaan adsorpsi Langmuir dan juga persamaan adsorpsi Freundlich dibuktikan dengan grafik linierisasi yang baik dan mempunyai harga koefisien determinasi  $R^2 \geq 0,9$  (mendekati angka 1). Dari **Gambar 4.4** terlihat bahwa persamaan adsorpsi ion Cr oleh karbon aktif memenuhi persamaan adsorpsi Freundlich dengan  $R^2 = 0,997$ .

Hal ini menunjukkan bahwa persamaan Freundlich dapat diterapkan pada proses adsorpsi ion logam krom oleh karbon aktif. Diperoleh persamaan Freundlich  $y = -0,257x + 0,615$  serta harga konstanta dari persamaan tersebut seperti terlihat pada **Tabel 4.11** dibawah ini.

**Tabel 4.11** Harga konstanta Freundlich pada Karbon Aktif 100 Mesh

Isoterm	Konstanta	Harga
Freundlich	$k$ (l/g)	1,849
	$1/n$	-0,257
	$R^2$	0,997

Dari hasil tersebut dapat dikatakan bahwa adsorpsi logam krom oleh karbon aktif dapat mengikuti persamaan Langmuir dan Freundlich. Hal ini didukung oleh hasil uji statistik analisis regresi linier harga  $R^2 \geq 0,9$ .

## BAB V NERACA MASSA DAN NERACA ENERGI

### V.1 Neraca Massa

#### V.1.1 Proses Pembuatan Karbon Aktif

Kapasitas Produksi	= 3038,82 gram/hari
Operasi	= 312 hari operasi/tahun
Satuan massa	= gram
Basis waktu	= 1 hari
Basis baku	= 7.000 gram ampas tebu

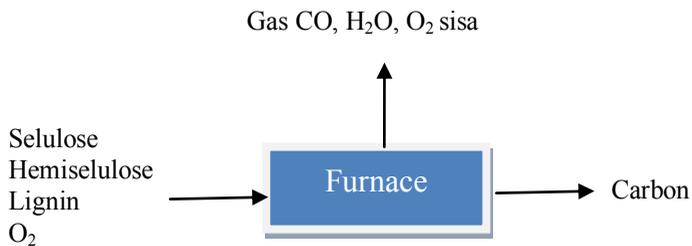
**Tabel 5.1.** Komposisi Serat Ampas Tebu\*

Parameter	Komposisi (%)
Selulose	50
Hemiselulose	25
Lignin	25
<b>Total</b>	<b>100</b>

\*Sumber : 1Reshamwala et al. (1995), Cheung dan Anderson (1997), Boopathy (1998), Dewes dan Hunsche (1998) dalam Sun dan Cheng (2002); 2Pandey et al. (2000); 3Syafwina et al.(2002a).

*Ditulis dalam jurnal Bambang Prasetya dkk, 2010*

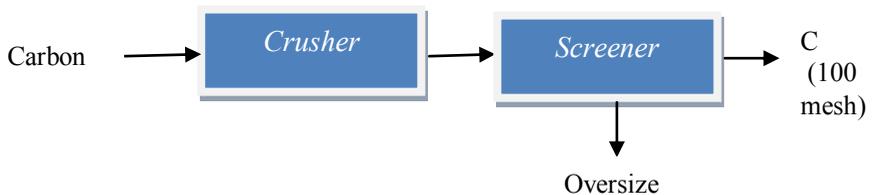
#### V.1.2 Furnace



**Tabel 5.2** Neraca Massa Total pada *Furnace*

Masuk	Massa (gram)	Keluar	Massa (gram)
Selulose	3500	O <sub>2</sub> sisa	173,78
Hemiselulose	1750	CO	2224,52
Lignin	1750	H <sub>2</sub> O	3948,99
O <sub>2</sub>	1911,60	C	2564,31
JUMLAH	8911,60	JUMLAH	8911,60

### V.1.3 *Crusher* dan *Screener*

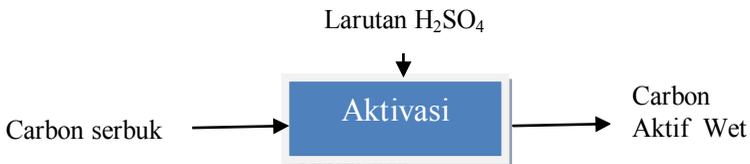
**Tabel 5.3** Neraca Massa Total pada *Crusher*

Masuk	Massa (gram)	Keluar	Massa (gram)
Karbon	2564,31	Karbon	2564,31
JUMLAH	2564,31	JUMLAH	2564,31

**Tabel 5.4** Neraca Massa Total pada *Screener*

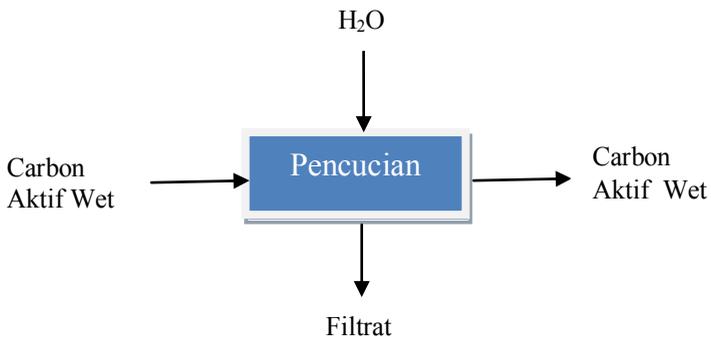
Masuk	Massa (gram)	Keluar	Massa (gram)
Karbon	2564,31	Karbon	2410,45
		<i>Oversize</i>	153,86
JUMLAH	2564,31	JUMLAH	2564,31

### V.1.4 Aktivasi



**Tabel 5.5** Neraca Massa Total pada Aktivasi

Masuk	Massa (gram)	Keluar	Massa (gram)
Karbon Serbuk	2410,45	Karbon Serbuk	2410,45
Larutan H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		Larutan H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	14,4	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	14,4
H <sub>2</sub> O	7985,6	H <sub>2</sub> O	7985,6
JUMLAH	10410,45	JUMLAH	10410,45

**V.1.5** Pencucian**Tabel 5.6** Neraca Massa Total pada Pencucian

Masuk	Massa (gram)	Keluar	Massa (gram)
Karbon Aktif <i>Wet</i>	2665,8	Karbon Aktif <i>Wet</i>	3465,02
H <sub>2</sub> O	7991,2	Filtat	7912,08
JUMLAH	10657,1	JUMLAH	10657,1

**V.1.6** Oven

**Tabel 5.7** Neraca Massa Total pada Oven

Masuk	Massa (gram)	Keluar	Massa (gram)
Karbon Aktif	3038,82	Karbon Aktif <i>Dry</i>	3038,82
H <sub>2</sub> O yang terkandung	426,20	H <sub>2</sub> O teruapkan	426,20
JUMLAH	3465,02	JUMLAH	3465,01633

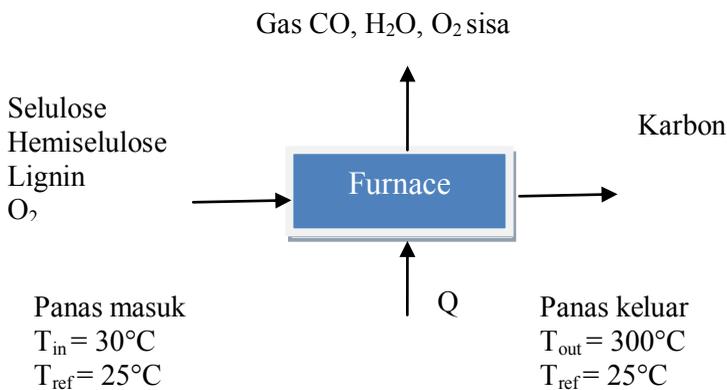
## V.2 Neraca Panas

### V.2.1 Data Kapasitas Panas (Cp) tiap komponen

Selulosa	= 0.32 Cal/gr °C
Hemiselulosa	= 0.5604 Cal/gr °C
Lignin	= 0.5916 Cal/gr °C
O <sub>2</sub>	= 0.22 Cal/gr °C
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	= 4.184 Cal/gr °C
Karbon	= 0.12 Cal/gr °C
CO	= 0.2488 Cal/gr °C
H <sub>2</sub> O	= 0.9987 Cal/gr °C
H <sub>2</sub> O vapour	= 0.95 Cal/gr °C

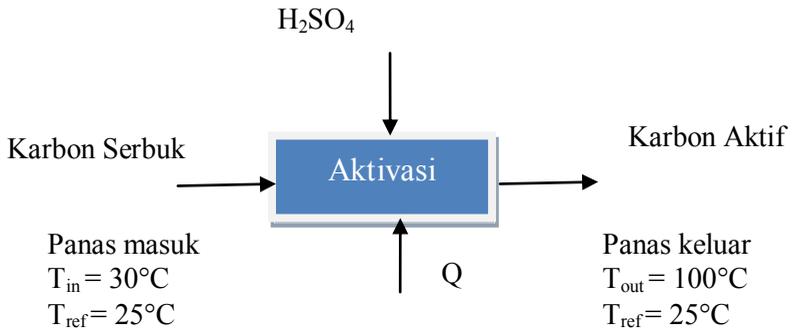
(Perry)

### V.2.2 Furnace



**Tabel 5.8** Neraca Energi Total pada *Furnace*

Komponen	H <sub>in</sub> (cal)	Komponen	H <sub>out</sub> (cal)
Selulosa	5600	O <sub>2</sub> sisa	10513.82
Hemiselulosa	4903.5	CO	152201.86
Lignin	5176.5	H <sub>2</sub> O	1084560.45
O <sub>2</sub>	2102.76	C	84622.22
Qsupply	2.064.960	Qreaksi	-321531.23
		Qloss	1.072.375.63
Total	2.082.742.76	Total	2.082.742.76

**V.2.3** Aktivasi**Tabel 5.9** Neraca Energi Total pada Aktivasi

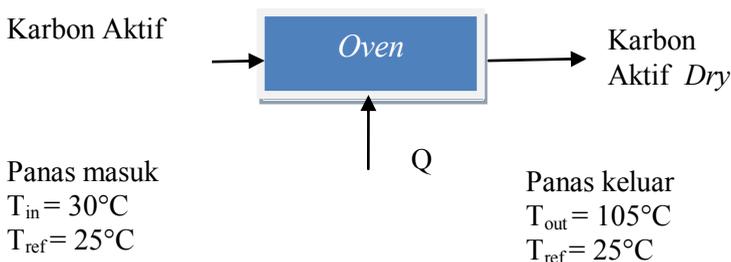
Komponen	Panas Masuk (cal)	Komponen	Panas Keluar (cal)
Karbon serbuk	1446.27	Karbon Aktif	21694.06
Larutan H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>			
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	301.24	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	4518.72



BAB V Neraca Massa dan Neraca Energi

H <sub>2</sub> O	39876.09	H <sub>2</sub> O	598141.404
Qsupply	5.162.400	Qloss	4.579.669.42
Total	5.204.023.61	Total	5.204.023.61

V.2.4 Oven



Tabel 5.10 Neraca Energi Total pada Oven

Komponen	Panas Masuk (cal)	Komponen	Panas Keluar (cal)
Karbon aktif	1823.29	Karbon aktif dry	29172.66
H <sub>2</sub> O	2128.21	H <sub>2</sub> O yang teruapkan	295939.26
Qsupply	1.720.800	Qloss	1.399.639.57
Total	1.724.751.50	Total	1.724.751.50

## BAB VI ANALISA KEUANGAN

Analisa Keuangan “Pembuatan adsorben karbon aktif dari ampas tebu ” dengan kapasitas produksi sebesar 150 unit perhari.

**Tabel 6.1** Investasi Bahan Habis Pakai (*Variable Cost*)

No.	Keterangan	Kuantitas (kg atau L)	Harga (Rupiah)	Biaya (Rupiah)
<b>A. Bahan baku + Perlengkapan</b>				
1	Ampas tebu	300	1.000,00	300.000,00
2	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1	25.000,00	25.000,00
3	<i>Aquadest</i>	1	3.000,00	3.000,00
4	Kemasan	3	10.000,00	30.000,00
<b>B. Utilitas</b>				
1	Listrik	150	1.352,00	202.800,00
2	PDAM	100	2.000,00	200.000,00
<b>C. Lain-lain</b>				
1	Gaji pegawai	2	80.000,00	160.000,00
	Total VC			920.800,00

Tabel 6.2 Investasi Alat (*Fixed Cost*)

No.	Keterangan	Kuantitas (buah)	Harga (Rp.)	Total Biaya (Rp)
1	<i>Furnace</i>	1	4.000.000,00	4.000.000,00
2	<i>Oven</i>	1	1.000.000,00	1.000.000,00
3	Cetakan <i>Effervescent</i>	1	1.000.000,00	1.000.000,00
4	Bak penampung	3	100.000,00	300.000,00
5	Pengaduk	3	20.000,00	60.000,00
6	Drum aktivasi	4	100.000,00	400.000,00
7	Ayakan	2	300.000,00	600.000,00
8	Mesin <i>crusher</i>	1	3.000.000,00	3.000.000,00
	Total FC			10.360.000,00

• **Analisa Ekonomi Investasi Adsorben karbon aktif dari ampas tebu**

Produksi perhari = 150 bungkus @ 1 kg  
Produksi perbulan = 150 x 26 hari  
= 3900 unit  
Total biaya = Fixed cost (FC) + Variabel cost (VC)  
= ( 10.360.000,00 ) + (920.800,00 x 26)  
= Rp. 34.300.800,00  
Harga pokok produksi = Rp. 34.300.800,00 / 3900  
= Rp. 8.795,076923  
Keuntungan (30% dari HPP) = 30% x Rp. 8.795,076923  
= Rp. 2.638,523077  
Harga jual = Rp. 8.795,076923 + . 2.638,523077  
= Rp. 11.433,6




---

 BAB VI Analisa Keuangan
 

---

$$\begin{aligned} \text{Keuntungan} &= \text{Rp. } 2.638,523077 \text{ per kemasan} \\ &= \text{Rp. } 7.915.569,230 \text{ per bulan} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BEP Unit} &= \frac{FC}{S-VC} \\ &= \frac{10.360.000,00}{11.433,6-9.208,00} \end{aligned}$$

$$= 4.654,924515 \text{ unit}$$

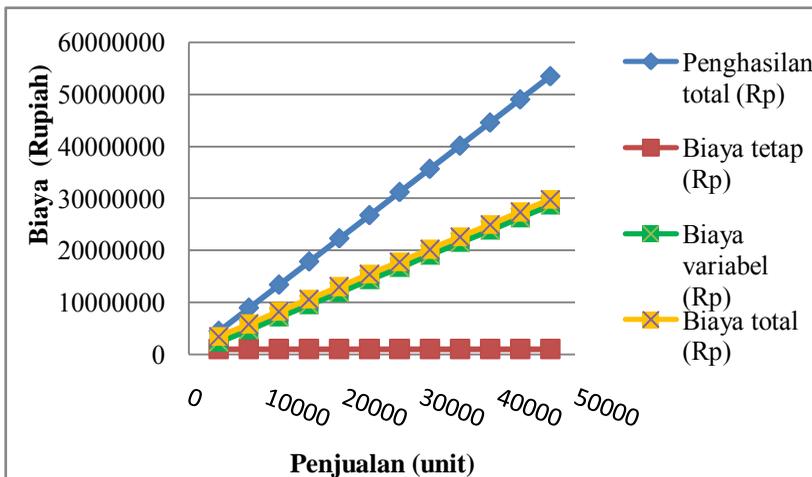
$$\begin{aligned} \text{BEP Rupiah} &= \frac{FC}{1-\left(\frac{VC}{S}\right)} \\ &= \frac{10.360.000,00}{1-\left(\frac{9.208,00}{11.433,6}\right)} \\ &= \text{Rp. } 53.222.544,93 \end{aligned}$$

Secara grafis BEP menurut buku “*Pengantar Bisnis (Dasar-dasar Ekonomi Perusahaan)* edisi ke lima oleh Murti Sumarni tahun 1998, ditentukan oleh persilangan antara garis penghasilan total dengan garis biaya total. Jadi dapat disimpulkan bahwa titik pulang pokok perusahaan diperoleh pada volume penjualan 4.654,92 unit. Apabila perusahaan telah mencapai angka penjualan tersebut di atas, maka dapat diartikan bahwa perusahaan telah mencapai titik dimana perusahaan tidak mengalami kerugian atau memperoleh keuntungan.



Tabel 6.3 Perhitungan Biaya

Unit yang dijual	Penghasilan total (Rp)	Biaya tetap (Rp)	Biaya variabel (Rp)	Biaya total (Rp)
3.900	44.591.040	10.360.000	23.940.800	34.300.800
7.800	89.182.080	10.360.000	47.881.600	58.241.600
11.700	133.773.120	10.360.000	71.822.400	82.182.400
15.600	178.364.160	10.360.000	95.763.200	106.123.200
19.500	222.955.200	10.360.000	119.704.000	130.064.000
23.400	267.546.240	10.360.000	143.644.800	154.004.800
27.300	312.137.280	10.360.000	167.585.600	177.945.600
31.200	356.728.320	10.360.000	191.526.400	201.886.400
35.100	401.319.360	10.360.000	215.467.200	225.827.200
39.000	445.910.400	10.360.000	239.408.000	249.768.000
42.900	490.501.440	10.360.000	263.348.800	273.708.800
46.800	535.092.480	10.360.000	287.289.600	297.649.600



Gambar 6.1 Grafik Hubungan Penjualan (Unit) dengan Biaya (Rupiah)

## DAFTAR PUSTAKA

- Ambarita, Nishio (2008) Modifikasi Mesin Pendingin. Universitas Indonesia. Jakarta
- Apriliani, Ade. (2010). “Pemanfaatan Arang Ampas Tebu Sebagai Adsorben Ion Logam Cd, Cr, Cu, dan Pb dalam Air Limbah”. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta
- Asmadi, dkk (2009) “Pengurangan Chrom (Cr) dalam Limbah Cair Industri Kulit Pada Proses Tannery Menggunakan Senyawa Alkali  $\text{Ca(OH)}_2$ , NaOH, dan  $\text{NaHCO}_3$ ”. Universitas Diponegoro. Semarang
- Bambang Prasetya, dkk. (2010). “Pemanfaatan Biomassa Lignoselulosa Ampas Tebu untuk Produksi Bioetanol”. Pusat Penelitian Bioteknologi-LIPI. Bogor
- Diapati, Maipa. (2009). “ Ampas Tebu Sebagai Adsorben Zat Warna Reaktif *Cibacron Red*”. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Erman, dkk. “ Kesetimbangan Adsorpsi Pb(II) pada Lempung Alam Desa Palas Kecamatan Rumbai”. Kampus Binawidya. Pekanbaru
- Jannatin, Raditya Derifa dkk (2011). “Uji Efisiensi Removal Adsorpsi Arang Batok Kelapa untuk Mereduksi Warna dan Permanganat Value dari Limbah Cair Industri Batik”. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya
- Khairani, Nina. (2007). “Penentuan Kandungan Unsur Krom dalam Limbah Tekstil dengan Metode Analisis Pengaktifan Neutron”. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta
- Prayitno, dkk, (2012). “Percobaan Awal Proses Elektrokoagulasi Sebagai Metode Alternatif pada Pengolahan Limbah Cair. Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan. Yogyakarta

- Riyanto (2004). “Penemuan Teknik Baru Untuk Pengolahan Limbah Batik”. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta
- Rosita, Dwi. (2014). “Pembuatan Tablet *Effervescent* dari Susu Bubuk Kambing Etawa (*Jamnapari Goat*) dengan Metode Granulasi Kering”. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya
- Soeprijanto, dkk. (2007). “Biosorpsi Ion Logam Berat Cu (II) dalam Larutan Menggunakan Biomassa *Phanerochaete chrysosporium*”. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya
- Suhartini, dkk. (2011). “Rancangan Sistem Informasi Pengukuran *Green Productivity* dan *Environmental Management Accounting* Untuk Pengembangan Usaha Kecil Menengah”. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya
- Susilowati, dkk. (2012). “Pemanfaatan Karbon Aktif Biji Asam (*Tamarindus Indica L.*) untuk Penurunan Kadar Cr(VI) Menggunakan Metode Batch. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya
- Sudradjat. (2011). “Arang Aktif dan Teknologi Pengolahan dan Masa Depan”. halaman 42. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Jakarta

## BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN

### VII.1 Kesimpulan

1. Ampas tebu dapat digunakan dalam karbon aktif sesuai standar SII 0258-79.
2. Kualitas karbon aktif dari ampas tebu didapatkan data kadar air 2,28%, kadar abu 0,63%, kadar zat mudah menguap 5,99%, dan daya serap terhadap iod 22,60%.
3. Hasil yang terbaik persentase penyerapan ion logam Cr pada sampel limbah industri batik dari karbon aktif ampas tebu dengan penambahan massa gram selama 60 menit didapatkan hasil pada massa 3 gram berbentuk serbuk, tablet tanah liat, dan tablet *effervescent*.
4. Hasil yang terbaik dari persentase penyerapan ion logam Cr pada sampel limbah industri batik dengan karbon aktif ampas tebu pada variabel waktu kontak didapatkan hasil pada waktu kontak 75 menit berbentuk serbuk dan pada waktu kontak 60 menit berbentuk tablet tanah liat dan tablet *effervescent*.
5. Hasil yang terbaik dari percobaan adsorben karbon aktif dari ampas tebu adalah jenis serbuk dengan massa 3 gram selama 60 menit.
6. Data keseimbangan isothermal dari ion logam Cr dapat mengikuti persamaan Langmuir dan persamaan Freundlich dengan konsentrasi awal ion logam 70,5 mg/l, hal ini dapat ditunjukkan dengan nilai koefisien korelasi ( $R^2$ ) yang mendekati 1 yaitu sebesar 0,999 dan 0,997. Dengan didapatkan nilai  $q_{max} = 1,011$  mg/g,  $b = 2,85$  l/mg,  $k = 1,849$  l/g, dan nilai  $1/n = -0,257$ .

### VII.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan dari hasil pembuatan karbon aktif, maka penulis merekomendasikan berupa saran-saran sebagai berikut :



---

*BAB VII Kesimpulan dan Saran*

---

1. Hasil yang efektif dari ketiga variabel bentuk adsorben yaitu berbahan serbuk.
2. Bahan baku yang akan dikarbonisasi sebaiknya langsung diproses agar tidak tumbuh jamur jika didiamkan sehari-hari.
3. Perlu penelitian lebih lanjut untuk memperluas permukaan karbon aktif agar dapat mengurangi kadar krom dibawah ambang batas limbah industri cair.

## APPENDIKS A NERACA MASSA

### A. Neraca Massa

#### A.1 Proses Pembuatan Karbon Aktif

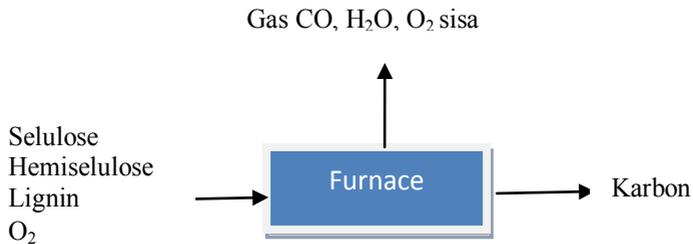
Kapasitas Produksi	= 3038,82 gram/hari
Operasi	= 312 hari operasi/tahun
Satuan massa	= gram
Basis waktu	= 1 hari
Basis baku	= 7.000 gram ampas tebu

**Tabel A.1** Komposisi Ampas Tebu\*

Parameter	Komposisi (%)	Berat (gram)
Selulose	50	3500
Hemiselulose	25	1750
Lignin	25	1750
Total	100	7000

*\*Sumber : 1Reshamwala et al. (1995), Cheung dan Anderson (1997), Boopathy (1998), Dewes dan Hunsche (1998) dalam Sun dan Cheng (2002); 2Pandey et al. (2000); 3Syafwina et al.(2002a).  
Ditulis dalam jurnal Bambang Prasetya dkk, 2010*

#### A.1.1 Furnace



Bahan Masuk

Ampas tebu = 7000 gram

Komponen

- Selulose = 50% x 7000 gram = 3500 gram
- Hemiselulose = 25% x 7000 gram = 1750 gram
- Lignin = 25% x 7000 gram = 1750 gram

**Tabel A.2** Komposisi Ampas Tebu Massa, BM, dan Mol

Komponen	Massa (gram)	BM	mol
Selulose	3500	162	21,60
Hemiselulose	1750	132	13,25
Lignin	1750	180	9,72

Reaksi Pembakaran pada Selulose



**Tabel A.3** Komposisi Reaksi Pembakaran pada Selulose

M	21,60	23,76	-	-	-
R	21,60	21,60	43,20	108,02	86,41
S	-	2,160	43,20	108,02	86,41

**Tabel A.4** Komposisi yang Keluar pada Pembakaran Selulose

Komponen	Mol	BM	Massa (gram)
O <sub>2</sub>	23,76	32	760,49
O <sub>2</sub> sisa	2,160	32	69,135
CO	43,20	28	1209,87
H <sub>2</sub> O	108,02	18	1944,44
C	86,41	12	1037,03

## Reaksi Pembakaran pada Hemiselulose

**Tabel A.5** Komposisi Reaksi Pembakaran pada Hemiselulose

M	13,25	14,58	-	-	-
R	13,25	13,25	26,51	53,03	39,77
S	-	1,32	26,51	53,03	39,77

**Tabel A.6** Komposisi yang Keluar pada Pembakaran Hemiselulose

Komponen	Mol	BM	Massa (gram)
O <sub>2</sub>	14,58	32	466,66
O <sub>2</sub> sisa	1,32	32	42,42
CO	26,51	28	742,42
H <sub>2</sub> O	53,03	18	954,54
C	39,77	12	477,27

## Reaksi Pembakaran pada Lignin

**Tabel A.7** Komposisi Reaksi Pembakaran pada Lignin

M	9,72	21,38	-	-	-
R	9,72	19,44	9,722	58,33	87,5
S	-	1,94	9,722	58,33	87,5

**Tabel A.8** Komposisi yang Keluar pada Pembakaran Lignin

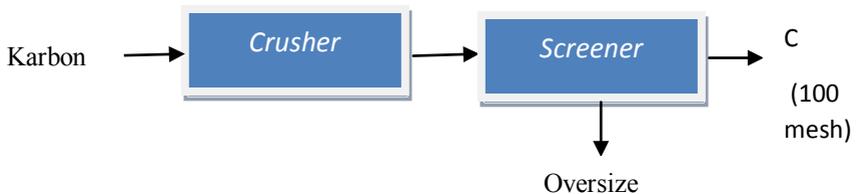
Komponen	Mol	BM	Massa (gram)
O <sub>2</sub>	21,38	32	684,44
O <sub>2</sub> sisa	1,94	32	62,22
CO	9,72	28	272,22
H <sub>2</sub> O	9,72	18	1050
C	87,5	12	1050

Bahan Keluar  
Komponen

**Tabel A.9** Neraca Massa Total pada *Furnace*

Masuk	Massa (gram)	Keluar	Massa (gram)
Selulose	3500	O <sub>2</sub> sisa	173,78
Hemiselulose	1750	CO	2224,52
Lignin	1750	H <sub>2</sub> O	3948,99
O <sub>2</sub>	1911,60	C	2564,31
JUMLAH	8911,60	JUMLAH	8911,60

A.1.2 *Crusher* dan *Screener*



Bahan Masuk *Crusher*

Massa Karbon = 2546,31 gram

Komponen

Karbon = 100% x 2546,3098 gram = 2546,31 gram

Bahan Keluar *Crusher* = Bahan Masuk *Screener*

Komponen

Karbon = 100% x 2546,3098 gram = 2546,31 gram

Bahan Keluar *Screener*

Karbon 100 mesh

Komponen

Karbon 100 mesh = 94% x 2546,3098 gram = 2410,45 gram

*Oversize* = 6% x 2546,3098 gram = 153,86 gram

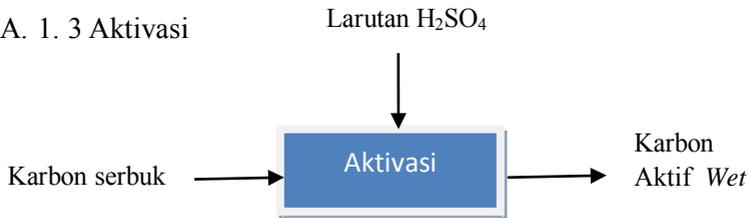
**Tabel A.10** Neraca Massa Total pada *Crusher*

Masuk	Massa (gram)	Keluar	Massa (gram)
Karbon	2564,31	Karbon	2564,31
JUMLAH	2564,31	JUMLAH	2564,31

**Tabel A.11** Neraca Massa Total pada *Screener*

Masuk	Massa (gram)	Keluar	Massa (gram)
Karbon	2564,31	Karbon	2410,45
		<i>Oversize</i>	153,86
JUMLAH	2564,31	JUMLAH	2564,31

## A. 1. 3 Aktivasi

Bahan Masuk

Karbon Serbuk

Komponen

Karbon =  $100\% \times 2410,451212 \text{ gram} = 2410,45 \text{ gram}$ Larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4 = 8000 \text{ gram}$ Massa  $\text{H}_2\text{SO}_4 = 14,4 \text{ gram}$ Massa  $\text{H}_2\text{O} = 7985,6 \text{ gram}$ Bahan KeluarKarbon Aktif *Wet*

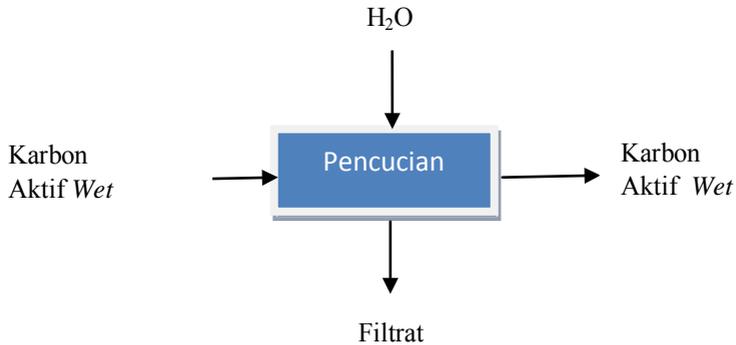
Komponen

Karbon Karbon Aktif *Wet* =  $100\% \times 2410,45 \text{ gram}$ Larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4 = 8000 \text{ gram}$ Massa  $\text{H}_2\text{SO}_4 = 14,4 \text{ gram}$ Massa  $\text{H}_2\text{O} = 241,05 \text{ gram}$

**Tabel A.12** Neraca Massa Total pada Aktivasi

Masuk	Massa (gram)	Keluar	Massa (gram)
Karbon	2410,45	Karbon	2410,45
Larutan H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		Larutan H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	14,4	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	14,4
H <sub>2</sub> O	7985,6	H <sub>2</sub> O	7985,6
JUMLAH	10410,45	JUMLAH	10410,45

## A.1.4 Pencucian

Bahan MasukKarbon Aktif *Wet*

Komponen

Karbon Aktif *Wet* = 2665,8 gramVolume H<sub>2</sub>O = 8000 mlMassa H<sub>2</sub>O = 8000 ml x 0,9989 gr/ml = 7991,2 gramBahan Keluar

Komponen

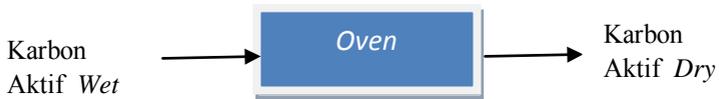
Karbon Aktif *Wet* = 3465,02 gram

Volume Filtrat = 90% x 8000 ml = 7200 ml

Massa filtrat = 7200 ml x 0,9989 gr/ml = 7192,08 gram

**Tabel A.13** Neraca Massa Total pada Proses Pencucian

Masuk	Massa (gram)	Keluar	Massa (gram)
Karbon Aktif <i>Wet</i>	2665,8	Karbon Aktif <i>Wet</i>	3465,02
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	7991,2	Filtrat	7192,08
JUMLAH	10657,1	JUMLAH	10657,1

A.1.5 *Oven*Bahan MasukKarbon Aktif *Wet*

Komponen

Karbon Aktif = 87,7% x 3465,0163 gram = 3038,82 gram

H<sub>2</sub>O yang terkandung = 12,3% x 3465,0163 gram = 426,20 gramBahan KeluarKarbon Aktif *Dry*

Komponen

Karbon Aktif *Dry* = 87,7% x 3465,0163 gram = 3038,82 gramH<sub>2</sub>O teruapkan = 12,3% x 3465,0163 gram = 426,20 gram**Tabel A.14** Neraca Massa Total pada *Oven*

Masuk	Massa (gram)	Keluar	Massa (gram)
Karbon Aktif	3038,82	Karbon Serbuk <i>Dry</i>	3038,82
H <sub>2</sub> O yang terkandung	426,20	H <sub>2</sub> O teruapkan	426,20
JUMLAH	3465,02	JUMLAH	3465,02

## APPENDIKS B NERACA ENERGI

### B. Neraca Energi

#### B.1 Proses Pembuatan Karbon Aktif

Kapasitas Produksi	= 3038,82
Operasi	= 312 hari operasi/tahun
Basis waktu gram/hari	= 1 hari
Bahan baku	= 7000 gram ampas tebu

**Tabel B.1** Komposisi berat ampas tebu

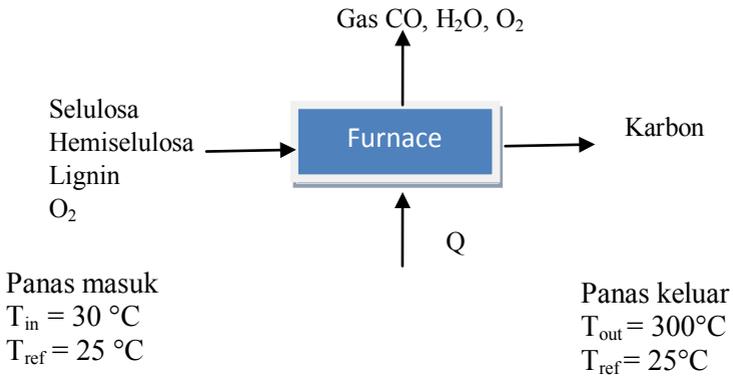
Komponen	Komposisi (%)	Massa (gram)
Selulosa	50	3500
Hemiselulosa	25	1250
Lignin	25	1250
Total	100	7000

**Tabel B.2** Perhitungan nilai Cp komponen

Komponen	Cp (Cal/gr °C)
Selulosa	0.32
Hemiselulosa	0.5604
Lignin	0.5916
O <sub>2</sub>	0.22
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	4.184
Karbon	0.12
CO	0.2488
H <sub>2</sub> O	0.9987
H <sub>2</sub> O vapour	0.95

*(Perry, 1997)*

### B.1.1 Furnace



#### 1. Panas Ampas Tebu

Panas masuk

$$T_{in} = 30^{\circ}\text{C}$$

$$T_{ref} = 25^{\circ}\text{C}$$

$$H = M \times C_p \times \Delta T$$

$$M_{\text{Selulosa}} = 3500 \times 0.32 \times 5$$

$$= 5600 \text{ cal}$$

$$M_{\text{Hemiselulosa}} = 1750 \times 0.5604 \times 5$$

$$= 4903.5 \text{ cal}$$

$$M_{\text{Lignin}} = 1750 \times 0.5916 \times 5$$

$$= 5176.5 \text{ cal}$$

$$M_{\text{O}_2} = 1911.6049 \times 0.22 \times 5$$

$$= 2102.765 \text{ cal}$$

**Tabel B.3** Neraca Energi Masuk *Furnace*

Komponen	Massa (gram)	$\Delta T$ ( $^{\circ}C$ )	Cp (Cal/gr $^{\circ}C$ )	Panas masuk (cal)
Selulosa	3500	5	0.32	5600
Hemiselulosa	1750	5	0.5604	4903.5
Lignin	1750	5	0.5916	5176.5
O <sub>2</sub>	1911.6049	5	0.22	2102.76
Qsupply				2.064.960
Jumlah				2082742.76

**Tabel B.4** Neraca Energi Keluar *Furnace*

Komponen	Massa (gram)	$\Delta T$ ( $^{\circ}C$ )	Cp (Cal/gr $^{\circ}C$ )	Panas keluar (cal)
O <sub>2</sub> sisa	173.78227	275	0.22	10513.82
CO	2224.523008	275	0.2488	152201.86
H <sub>2</sub> O	3948.9899	275	0.9987	1084560.45
C	2564.309764	275	0.12	84622.22
Qreaksi				-321531.23
Qloss				1.072.375.63
Jumlah				2.082.742.76

Reaksi Pembakaran pada Selulose

**Tabel B.5** Komposisi Reaksi Pembakaran pada Selulose

M	21,60	23,76	-	-	-
R	21,60	21,60	43,20	108,02	86,41
S	-	2,160	43,20	108,02	86,41

## Reaksi Pembakaran pada Hemiselulose

**Tabel B.6** Komposisi Reaksi Pembakaran pada Hemiselulose

M	13,25	14,583	-	-	-
R	13,25	13,25	26,51	53,03	39,77
S	-	1,325	26,51	53,03	39,77

## Reaksi Pembakaran pada Lignin

**Tabel B.7** Komposisi Reaksi Pembakaran pada Lignin

M	9,722	21,38	-	-	-
R	9,722	19,44	9,72	58,33	87,5
S	-	1,944	9,72	58,33	87,5

$$\Delta H_f \text{ reaksi} = \Delta H_f \text{ produk} - \Delta H_f \text{ reaktan}$$

$$\Delta H_f \text{ CO} = -26.416 \text{ cal}$$

$$\Delta H_f \text{ H}_2\text{O} = -57.7979 \text{ cal}$$

$$\Delta H_f \text{ C} = -0.453 \text{ cal}$$

$$\Delta H_f \text{ C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5 = -23.0202 \text{ cal}$$

$$\Delta H_f \text{ C}_5\text{H}_8\text{O}_4 = -2351.4 \text{ cal}$$

$$\Delta H_f \text{ C}_{10}\text{H}_{12}\text{O}_3 = -316366 \text{ cal}$$

$\Delta H_f$  produk

$\Delta H_f$  produk selulosa

$$= (\text{Mol CO} \times \Delta H_f \text{ CO}) + (\text{Mol H}_2\text{O} \times \Delta H_f \text{ H}_2\text{O}) + (\text{Mol C} \times \Delta H_f \text{ C})$$

$$= (43.20 \times -26.416) + (108.02 \times -57.7979) + (86.41 \times -0.453)$$

$$= -7424.1806 \text{ cal}$$

$\Delta H_f$  produk hemiselulosa

$$= (\text{Mol CO} \times \Delta H_f \text{ CO}) + (\text{Mol H}_2\text{O} \times \Delta H_f \text{ H}_2\text{O}) + (\text{Mol C} \times \Delta H_f \text{ C})$$

$$= (26.51 \times -26.416) + (53.03 \times -57.7979) + (39.77 \times -0.453)$$

$$= -3783.4814 \text{ cal}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta H_f \text{ produk lignin} &= (\text{Mol CO} \times \Delta H_f \text{ CO}) + (\text{Mol H}_2\text{O} \times \Delta H_f \text{ H}_2\text{O}) + (\text{Mol C} \times \Delta H_f \text{ C}) \\
 &= (9.72 \times -26.416) + (58.33 \times -57.7979) + (87.5 \times -0.453) \\
 &= -3668.0039 \text{ cal}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta H_f \text{ reaksi} &= \Delta H_f \text{ produk} - \Delta H_f \text{ reaktan} \\
 \Delta H_f \text{ reaksi selulosa} &= -7401.1604 \text{ cal} \\
 \Delta H_f \text{ reaksi hemiselulosa} &= -1432.0814 \text{ cal} \\
 \Delta H_f \text{ reaksi lignin} &= -312698 \text{ cal} \\
 \Delta H_f \text{ reaksi total} &= -321531.24
 \end{aligned}$$

$$P = 1200 \text{ watt (1 watt = 14.34 cal/menit)}$$

$$= 1200 \times 14.34 = 17.208 \text{ cal/menit}$$

$$T = 2 \text{ jam} = 120 \text{ menit}$$

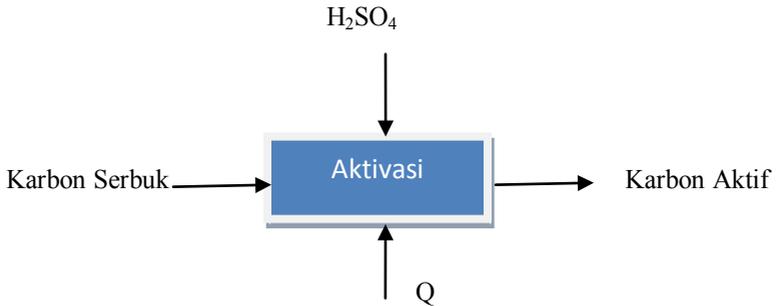
$$\begin{aligned}
 Q_{\text{supply}} &= P \times t \\
 &= 17.208 \text{ cal/menit} \times 120 \text{ menit} \\
 &= 2.064.960 \text{ cal}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Hin} + Q_{\text{supply}} &= \text{Hout} + Q_{\text{loss}} + \text{Hreaksi} \\
 Q_{\text{loss}} &= (\text{Hin} + Q_{\text{supply}}) - (\text{Hout} + \text{Hreaksi}) \\
 &= (17782.76 + 2.064.960) - (1331898.37 + (-321531.23)) \\
 &= 1.072.375.63 \text{ cal}
 \end{aligned}$$

**Tabel B.8** Neraca Energi Total pada Furnace

Komponen	Panas Keluar (cal)	Komponen	Panas Keluar (cal)
Selulosa	5600	O <sub>2</sub> sisa	10513.82
Hemiselulosa	4903.5	CO	152201.86
Lignin	5176.5	H <sub>2</sub> O	1084560.45
O <sub>2</sub>	2102.76	C	84622.22
Qsupply	2.064.960	Qreaksi	-321531.23
		Qloss	1.072.375.63
Total	2.082.742.76	Total	2.082.742.76

### B.1.2 Aktivasi



Panas masuk

$$T_{in} = 30^{\circ}\text{C}$$

$$T_{ref} = 25^{\circ}\text{C}$$

Panas keluar

$$T_{out} = 100^{\circ}\text{C}$$

$$T_{ref} = 25^{\circ}\text{C}$$

**Tabel B.9** Neraca Energi Masuk

Komponen	Massa (gram)	Cp (Cal/gr °C)	$\Delta T$ (°C)	Panas Masuk (cal)
Karbon serbuk	2410.45	0.12	5	1446.27
Larutan H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>				
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	14.4	4.184	5	301.24
H <sub>2</sub> O	7985.6	0.9987	5	39876.09
Qsupply				5.162.400
Total				5.204.023.61

**Tabel B.10** Neraca Energi Keluar

Komponen	Massa (gr)	$\Delta T$ ( $^{\circ}C$ )	$C_p$ (Cal/gr $^{\circ}C$ )	Panas Keluar (cal)
Karbon Aktif	2410.45	75	0.12	21694.06
H <sub>2</sub> O	7985.6	75	0.9987	598141.40
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	14.4	75	4.184	4518.72
Qloss				4.579.669.42
Total				5.204.023.61

$$P = 1500 \text{ watt (1 watt = 14.34 cal/menit)}$$

$$= 1500 \times 14.34 = 21.510 \text{ cal/menit}$$

$$T = 4 \text{ jam} = 240 \text{ menit}$$

$$Q_{\text{supply}} = P \times t$$

$$= 21.510 \text{ cal/menit} \times 240 \text{ menit}$$

$$= 5.162.400 \text{ cal}$$

$$H_{\text{in}} + Q_{\text{supply}} = H_{\text{out}} + Q_{\text{loss}}$$

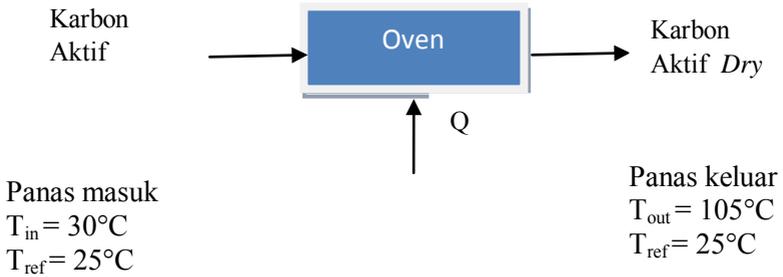
$$Q_{\text{loss}} = (H_{\text{in}} + Q_{\text{supply}}) - H_{\text{out}}$$

$$= (41623.61 + 5.162.400 - (596067.19))$$

$$= 4.579.669.42 \text{ cal}$$

**Tabel B.11** Neraca Energi Total pada Aktivasi

Komponen	Panas Masuk (cal)	Komponen	Panas Keluar (cal)
Karbon serbuk	1446.27	Karbon Aktif	21694.06
Larutan H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>			
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	301.24	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	4518.72
H <sub>2</sub> O	39876.09	H <sub>2</sub> O	598141.404
Qsupply	5.162.400	Qloss	4.579.669.42
Total	5.204.023.61	Total	5.204.023.61

**B.1.3 Oven****Tabel B.12** Neraca Energi Masuk

Komponen	Massa (gram)	Cp (Cal/gr °C)	$\Delta T$ (°C)	Panas Masuk (cal)
Karbon Aktif	3038.81	0.12	5	1823.29
H <sub>2</sub> O	426.19	0.9987	5	2128.21
Qsupply				1.720.800
Total				1.724.751.50

**Tabel B.13.** Neraca Energi Keluar

Komponen	Massa (gram)	Cp (Cal/gr °C)	$\Delta T$ (°C)	Panas Keluar (cal)
Karbon aktif dry	3038.81	0.12	80	29172.66
H <sub>2</sub> O yang teruapkan	426.19			295939.26
Qloss				1399639.57
Total				1724751.50

$$\begin{aligned}
 \text{Massa air} &= 426.19 \text{ gram} \\
 \lambda &= 538,47 \text{ cal/gram} \\
 \text{H}_2\text{O yang teruapkan} &= M \times C_{p(\text{liq})} \times \Delta T + M \times \lambda + M \times \\
 &\quad C_{p(\text{uap})} \times \Delta T \\
 &= (426.19 \times 0.9987 \times 80) + (426.19 \\
 &\quad \times 538,47) + (426.19 \times 0.95 \times \\
 &\quad 80) \\
 &= 295939.26 \text{ cal}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P &= 2000 \text{ watt (1 watt = 14.34 cal/menit)} \\
 &= 2000 \times 14.34 = 28.680 \text{ cal/menit}
 \end{aligned}$$

$$T = 1 \text{ jam} = 60 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{supply}} &= P \times t \\
 &= 28.680 \text{ cal/menit} \times 60 \text{ menit} \\
 &= 1.720.800 \text{ cal}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Hin} + Q_{\text{supply}} &= \text{Hout} + Q_{\text{loss}} \\
 Q_{\text{loss}} &= (\text{Hin} + Q_{\text{supply}}) - \text{Hout} \\
 &= (3601.36 + 1.720.800 - (484085.92)) \\
 &= 1.240.315.43 \text{ cal}
 \end{aligned}$$

**Tabel B.14** Neraca Energi Total pada Oven

<b>Komponen</b>	<b>Panas Masuk (cal)</b>	<b>Komponen</b>	<b>Panas Keluar (cal)</b>
Karbon Aktif	1823.29	Karbon aktif dry	29172.66
H <sub>2</sub> O	2128.21	H <sub>2</sub> O yang teruapkan	295939.26
Qsupply	1.720.800	Qloss	1.399.639.57
Total	1.724.751.50	Total	1.724.751.50

## APPENDIKS C

### C.1 Pembuatan Larutan

#### C.1.1 Larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 98%, ρ = 1,8 gr/ml, BM = 98 gr/mol diencerkan sebanyak 3 kali

$$M = \frac{\rho \times 10 \times \%}{\text{BM}}$$

$$M = \frac{1,8 \text{ gr/ml} \times 10 \times 98}{98 \text{ gr/mol}}$$

$$M = 18$$

$$N = M \times e$$

$$N = 18 \times 2$$

$$N = 36$$

Pengenceran pertama

$$V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$$

$$10 \times 36 = 100 \times N_2$$

$$N_2 = 3,6$$

Pengenceran kedua

$$V_2 \times N_2 = V_3 \times N_3$$

$$10 \times 3,6 = 100 \times N_3$$

$$N_3 = 0,36$$

Pengenceran ketiga

$$V_3 \times N_3 = V_4 \times N_4$$

$$10 \times 0,36 = 100 \times N_4$$

$$N_4 = 0,036 \text{ N}$$

$$N = M \times e$$

$$0,036 = M \times 2$$

$$M = 0,018$$

$$0,018 = \frac{\rho \times 10 \times 98}{98}$$

$$\rho = 0,0018 \text{ gr/ml}$$

### C.1.2 Larutan Amilum 1%

- Menimbang amilum sebanyak 1 gram.
- Melarutkannya dalam 100 ml aquadest.
- Memanaskan selama beberapa menit sambil diaduk dengan suhu  $70^{\circ}\text{C}$ .

### C.1.3 Larutan KI 10%

- Memasukkan 10 gram KI kedalam labu ukur 100 ml.
- Menuangkan aquades kedalam labu ukr hingga batas garis.
- Mengocok larutan hingga homogen

### C.1.4 Larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,5N

- Membuat larutan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  0,5 N kedalam labu ukur 250 ml.

$$N = M \times e$$

$$0,5 = M \times 2$$

$$M = 0,25$$

$$M = \frac{\text{gram}}{\text{BM}} \times \frac{1000}{\text{ml}}$$

$$0,25 = \frac{\text{gram}}{158} \times \frac{1000}{250}$$

$$\text{Massa} = 8 \text{ gram}$$

- Menuangkan aquades kedalam labu ukur hingga batas garis.
- Mengocok larutan hingga homogen

## C.2 Hasil Analisa

### C.2.1 Analisa Kadar Air

$$\text{Kadar Air} = \frac{(W_1 - W_0) - (W_2 - W_0)}{W_1 - W_0} \times 100\%$$

Keterangan:  $W_0$  = Berat cawan kosong (gram)  
 $W_1$  = Berat cawan + isi (gram)  
 $W_2$  = Berat cawan + isi setelah dikeringkan (gram)

Kadar Air Karbon Aktif

$$\text{Kadar Air} = \frac{(62,23 - 31,32) - (61,48 - 31,32)}{62,23 - 31,32} \times 100\%$$

$$\text{Kadar Air} = \frac{30,91 - 30,16}{30,91} \times 100\%$$

$$\text{Kadar Air} = 2,28\%$$

### C.2.2 Analisa Kadar Abu

$$\text{Kadar Abu} = \frac{(C - A)}{B} \times 100\%$$

Keterangan:  $A$  = Berat cawan kosong (gram)  
 $B$  = Berat cawan + isi (gram)  
 $C$  = Berat cawan + isi setelah dimasukkan dalam *furnace*

$$\text{Kadar Abu} = \frac{(30,04 - 29,84)}{31,84} \times 100\%$$

$$\text{Kadar Abu} = \frac{(0,2)}{31,84} \times 100\%$$

$$\text{Kadar Abu} = 0,63\%$$

### C.2.3 Analisa Kadar Zat Mudah Menguap

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

Keterangan:

a = Berat bahan awal

b = Berat bahan setelah di *furnace*

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

$$\text{Kadar Zat Mudah Menguap} = \frac{(31,84 - 30,04)}{30,04} \times 100\%$$

$$\text{Kadar Zat Mudah Menguap} = \frac{(1,8)}{30,04} \times 100\%$$

$$\text{Kadar Zat Mudah Menguap} = 5,99 \%$$

### C.2.4 Daya Serap Terhadap Larutan Iod

$$\text{Bilangan Iod} = \frac{(V_2 - V_1) \times N \times 12,69}{W} \times 100\%$$

Keterangan:

V = Volume titrasi larutan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

N = Normalitas larutan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

W = Berat contoh

12,96 = Berat atom iod

$$\text{Bilangan Iod} = \frac{14,3 \times 0,125 \times 12,69}{1} \times 100\%$$

$$\text{Bilangan Iod} = 22,6 \%$$

## BIODATA PENULIS

### Penulis 1



Indah Nor Fitriani, penulis dilahirkan di Jombang, 10 April 1994. Dengan alamat rumah Dusun Bandaran Desa Mancilan Kec. Mojoagung Kab. Jombang. Penulis telah menempuh pendidikan formal diantaranya MI Sulaimaniyah Kauman Mojoagung Jombang, SMPN 1 Mojoagung Jombang, SMAN Mojoagung Jombang, Diploma III Teknik Kimia FTI – ITS Surabaya, terdaftar dengan Nomor Registrasi 2312 030 074.

Email: [indahnor.fitriani77@gmail.com](mailto:indahnor.fitriani77@gmail.com)

### Penulis 2



Dian Amalia Widiasih, penulis dilahirkan di Blora, 01 September 1994. Dengan alamat rumah Sidomulyo LR 4/18 003/012 Cepu. Penulis telah menempuh pendidikan formal diantaranya SDN Cepu XIV, SMPN 3 Cepu, SMAN 1 Cepu, Diploma III Teknik Kimia FTI – ITS Surabaya, terdaftar dengan Nomor Registrasi 2312 030 094.

Email: [dian.amaliawidiasih01@gmail.com](mailto:dian.amaliawidiasih01@gmail.com)