



**ADSORPSI KROM (VI) OLEH ARANG AKTIF  
SERABUT KELAPA (*Cocos nucifera*) SERTA  
IMOBILISASINYA SEBAGAI  
CAMPURAN BATAKO**

Skripsi

disusun sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar Sarjana Sains  
Program Studi Kimia

oleh

Naelatuz Zuhroh  
4311411030

**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG  
2015**

## PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa yang tertulis dalam Skripsi ini benar-benar hasil karya sendiri, bukan jiplakan dari karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya. Pendapat atau temuan orang lain yang terdapat dalam Skripsi ini dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah.

Semarang, Agustus 2015

Penyusun,



Naelatuz Zuhroh

4311411030

## PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul

Adsorpsi Krom (VI) oleh Arang Aktif Serabut Kelapa (*Cocos nucifera*)  
serta Imobilisasinya sebagai Campuran Batako

disusun oleh

Naelatuz Zuhroh

4311411030

telah dipertahankan di hadapan sidang Panitia Ujian Skripsi FMIPA UNNES pada  
tanggal 28 Juli 2015.

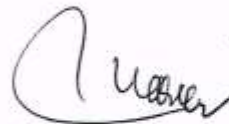
Panitia Ujian:

Ketua




Prof. Dr. Wiyanto, M.Si  
196310121988031001

Sekretaris



Dra. Woro Sumarni, M.Si  
196507231993032001

Ketua Penguji



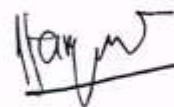
Drs. Eko Budi Susatyo, M.Si  
196511111990031003

Anggota Penguji/Pembimbing



Agung Tri Prasetya, S.Si, M.Si  
196904041994021001

Anggota Penguji



Dr. Sri Haryani, M.Si  
195808081983032002

## **MOTTO**

Ingatlah bahwa setiap hari dalam sejarah kehidupan kita ditulis dengan tinta yang tak dapat terhapus lagi (Thomas Carlyle)

Sukses bukanlah akhir dari segalanya, kegagalan bukanlah sesuatu yang fatal: namun keberanian untuk meneruskan kehidupanlah yang diperhatikan (Sir Winston Churchill)

Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi (pula) kamu menyukai sesuatu, padahal ia amat buruk bagimu; Allah mengetahui, sedang kamu tidak mengetahui (QS.2:216)

## **PERSEMBAHAN**

Kedua orang tuaku Bapak Sya'roni (alm) dan Ibu Nor Rinik atas kasih sayang dan doa yang senantiasa menyertaiku

Adik-adikku Kharizal Fahmi, Adib Hasan A., Anisa Nur I. dan Rana Salsabila yang menjadi motivasiku dalam meraih kesuksesan

Rian Hadi Prayitno yang selalu menemani dan memberikan semangat untukku

## PRAKATA

Alhamdulillah, puji syukur penulis haturkan kepada Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul "Adsorpsi Krom (VI) oleh Arang Aktif Serabut Kelapa (*Cocos nucifera*) serta Imobilisasinya sebagai Campuran Batako". Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu, baik dalam penelitian maupun penyusunan skripsi ini. Ucapan terima kasih terutama disampaikan kepada:

1. Ibu Nor Rinik atas kasih sayang dan doa yang senantiasa menyertaiku.
2. Agung Tri Prasetya S.Si, M.Si selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan masukan dan arahan dalam penyusunan skripsi ini.
3. Dr. Sri Haryani, M.Si selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi ini.
4. Drs. Eko Budi Susatyo, M.Si selaku Penguji utama yang telah memberikan pengarahan, kritikan yang membangun dalam penyusunan skripsi ini.
5. Dosen-dosen Jurusan Kimia FMIPA UNNES yang telah memberikan bekal ilmu kepada penulis.
6. Segenap Karyawan dan Staf Laboratorium Kimia UNNES untuk bantuan tenaga maupun pikiran, diskusi selama penelitian.
7. Teman-teman Jurusan Kimia angkatan 2011 yang telah memberikan semangat dan motivasi selama penelitian terutama sahabatku Indah Puji

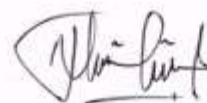
Lestari, Rika Desita, Wardatul Khoiriyah, Susanti, Ari Vitri Wulandari, Ari Setiani dan Yhuni Karlina.

8. Teman-teman kos Al Hana yang telah memberikan semangat dan motivasi dalam menyelesaikan skripsi (Ida Ayu Surina, Ulfatun Nahriyah, Hadiatus Sarifah, Kingkin D, Desi Susilowati, Mei Devi A., Lismania Sita Devi dan Nina Fitriana.
9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, yang telah membantu dalam penelitian, penyusunan skripsi dan segala hal kepada penulis.

Demikian ucapan terima kasih dari penulis. Penulis menyadari ada kekurangan dan keterbatasan dalam skripsi ini. Kritik dan saran penulis harapkan untuk perbaikan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat dan dapat memberikan kontribusi positif bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Semarang, Agustus 2015

Penulis



Naelatuz Zuhroh

4311411030

## ABSTRAK

Zuhroh, N. 2015. Adsorpsi Krom (VI) oleh Arang Aktif Serabut Kelapa (*Cocos nucifera*) serta Imobilisasinya sebagai Campuran Batako. Skripsi, Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Pembimbing Utama Agung Tri Prasetya, S.Si, M.Si dan Pembimbing Pendamping Dr. Sri Haryani, M.Si.

Kata kunci: arang aktif, adsorpsi, desorpsi, batako.

Krom (VI) merupakan salah satu logam berat yang memiliki toksisitas yang tinggi dan berbahaya bagi lingkungan. Keberadaan krom (VI) dapat dikurangi dengan cara adsorpsi menggunakan arang aktif. Jika limbah adsorben yang telah digunakan dibuang ke lingkungan akan menyebabkan terlepasnya kembali krom (VI) yang telah teradsorpsi. Penelitian ini bertujuan untuk mengimobilisasikan limbah arang aktif serabut kelapa sebagai bahan campuran batako. Pada penelitian ini arang dan arang aktif serabut kelapa dibandingkan kualitasnya dengan parameter uji kadar air, uji kadar abu dan uji kadar iod. Krom (VI) diadsorpsi oleh arang aktif serabut kelapa untuk mengetahui pH optimum (1, 3, 5, 7 dan 9) dan waktu kontak optimumnya (20, 30, 60, 120 dan 150). Limbah arang aktif hasil adsorpsi selanjutnya dicampurkan pada batako. Batako direndam kedalam larutan pendesorpsi pH (1, 5, 7, 9, 13) selama satu minggu untuk mengetahui kadar krom (VI) yang terlepas. Hasil penelitian menunjukkan arang aktif serabut kelapa memiliki kualitas yang lebih baik daripada arang serabut kelapa. Pada arang aktif serabut kelapa memiliki kadar air sebesar 4,57%, kadar abu sebesar 3,71% dan daya adsorp terhadap iod sebesar 414,9119 mg/g. Sedangkan pada arang serabut kelapa memiliki kadar air sebesar 9,10%, kadar abu sebesar 4,28% dan daya adsorp terhadap iod sebesar 302,9929 mg/g. pH optimum yang diperlukan arang aktif serabut kelapa untuk menurunkan kadar krom (VI) adalah pada pH 3 dengan daya adsorp sebesar 9,8440 mg/g. Waktu setimbang yang diperlukan arang aktif serabut kelapa untuk menurunkan kadar krom (VI) adalah pada waktu 2,5 jam dengan daya adsorp sebesar 8,4662 mg/g. Kadar pelepasan krom (VI) pada pH 1, 5, 7, 9 dan 13 tidak terdeteksi dengan ketentuan baku mutu TCLP zat pencemar limbah untuk logam berat krom maksimal 5 ppm. Oleh karena itu, dalam pelaksanaannya produk batako yang mengimobilisasi arang aktif serabut kelapa tergolong aman dan dapat difungsikan untuk pemasangan dinding bangunan.

## ABSTRACT

Zuhroh, N. 2015. Adsorption of Chromium (VI) by Activated Charcoal of Coconut Fibers (*Cocos nucifera*) and immobilize as well as a mixture of brick. Final Project, Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Semarang State University. Main supervisor Tri Agung Prasetya, S.Si, M.Si and Supervisor companion Dr. Sri Haryani, M.Si.

Keywords: active charcoal, adsorption, desorption, brick.

Chromium (VI) is one of heavy metal has that has a high toxicity and harmful for environment. The presence of chromium (VI) can be reduced by adsorption using activated charcoal. If the waste of adsorbent has been used, discarded to the environment, it will cause the release of the chrome (VI). The purpose of this research is to immobilize active charcoal of coconut fibres waste as a mixture of brick. In this research of active charcoal and charcoal of coconut fibers will be compared the quality use parameter test of water content, ash content and adsorption of iod. Chromium (VI) adsorbed by activated charcoal of coconut fibers to determine the optimum pH (1, 3, 5, 7 and 9) and optimum contact time (10, 30, 60, 120 and 150 minute). And then, the activated charcoal will be used to make the brick. Brick is soaked in the solution pH (1, 5, 7, 9 and 13) for one week to determine levels of chromium (VI) that release. The result show that activated charcoal of coconut fibers have better quality than charcoal of coconut fibers. The water content of activated charcoal of coconut fibers is 4.57%, the ash content is 3.71% and the absorption of iodine is 414.9119 mg/g. While the water content of charcoal of coconut fibers is 9.10%, the ash content is 4.28% and the absorption of iodine is 302.9929 mg/g. The optimum pH that required by activated charcoal of coconut fibers to reduce levels of chromium (VI) is pH 3 with the power of adsorption is 9.8440 mg/g. The equilibrium time that required by activated charcoal of coconut fibers to reduce levels of chromium (VI) is 2.5 hours with the power of adsorption is 8,4662 mg/g. The levels desorption of chromium (VI) at pH of 1, 5, 7, 9 and 13 are not detection with the quality standard provisions of contaminants TCLP heavy metal chromium waste for a maximum of 5 ppm. So in practice, brick products which immobilize activated charcoal of coconut fibers is safe and can be used for construction of building wall.



## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....	iv
PRAKATA.....	v
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
<b>BAB</b>	
1. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Logam Berat Krom (Cr).....	5
2.2 Serabut Kelapa .....	7
2.3 Arang Aktif.....	11
2.3.1 Sintesis Arang Aktif .....	12
2.3.2 Syarat Mutu Arang Aktif.....	15
2.4 Batako.....	17
2.4.1 Bahan Penyusun Batako .....	18
2.4.2 Pembuatan Batako.....	19
2.5 Adsorpsi Desorpsi .....	21
2.5.1 Adsorpsi .....	21

2.5.2	Desorpsi.....	23
2.6	Penelitian Terkait .....	26
3.	METODE PENELITIAN.....	28
3.1	Lokasi penelitian .....	28
3.2	Populasi dan Sampel .....	28
3.3	Variabel Penelitian .....	28
3.3.1	Variabel Bebas .....	28
3.3.2	Variabel Terikat.....	28
3.3.3	Variabel Terkendali.....	29
3.4	Alat dan Bahan .....	29
3.5	Prosedur Penelitian.....	31
3.5.1	Pembuatan arang serabut kelapa .....	31
3.5.2	Pembuatan arang aktif serabut kelapa .....	31
3.5.3	Standarisasi larutan natrium tiosulfat 0,1 N dengan larutan KBrO <sub>3</sub> .....	32
3.5.4	Karakterisasi arang dan arang aktif serabut kelapa .....	32
3.5.5	Pembuatan larutan standar.....	33
3.5.6	Pembuatan kurva kalibrasi .....	34
3.5.7	Penentuan pH optimum adsorpsi.....	34
3.5.8	Penentuan waktu kontak optimum adsorpsi.....	35
3.5.9	Adsorpsi logam Cr(VI) menggunakan pH dan waktu kontak optimum.....	35
3.5.10	Pembuatan batako.....	36
3.5.11	Pelepasan logam pada batako.....	36
4.	PEMBAHASAN .....	37
4.1	Hasil Karakterisasi Arang dan Arang Aktif Serabut Kelapa.....	37
4.1.1	Kadar Air.....	37
4.1.2	Kadar Abu .....	39
4.1.3	Daya Adsorp terhadap Iod.....	41
4.2	Pengaruh pH terhadap Daya Adsorpsi Arang Aktif Serabut Kelapa .....	44

4.3 Pengaruh Waktu Kontak terhadap Daya Adsorpsi Arang Aktif Serabut Kelapa.....	46
4.4 Pengaruh pH Larutan Pendesorpsi terhadap Pelepasan Krom (VI) yang Terikat Batako.....	48
5. PENUTUP.....	52
5.1 Kesimpulan.....	52
5.2 Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA .....	54
LAMPIRAN.....	59

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Syarat mutu arang aktif .....	16
2.2 Baku Mutu TCLP Zat Pencemar Limbah untuk Penentuan Karakteristik/Sifat Racun (mg/L) .....	17
2.3 Perbandingan agregat untuk setiap sampel .....	20
4.1 Hasil kadar air arang dan arang aktif .....	38
4.2 Hasil kadar abu arang dan arang aktif.....	39
4.3 Hasil daya adsorp terhadap iod arang dan arang aktif .....	43
4.4 Konsentrasi krom (VI) yang diadsorpsi dan dideorpsi oleh arang aktif .....	51

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Rumus struktur selulosa.....	10
2.2 Rumus struktur hemiselulosa.....	10
2.3 Kurva hubungan antara desorpsi logam Cr (ppm) vs pelarut asam .....	24
4.1 Pengaruh pH dan daya adsorpsi .....	44
4.2 Pengaruh waktu kontak terhadap daya adsorpsi .....	47
4.3 Pengaruh pH terhadap konsentrasi krom (VI) yang terlepas .....	49

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Diagram Alir Penelitian .....	59
2. Cara Pembuatan Larutan dan Cara Perhitungannya .....	65
3. Hasil Standarisasi Larutan Natrium Tiosulfat.....	74
4. Hasil Karakterisasi Arang dan Arang Aktif Serabut Kelapa .....	75
5. Hasil Perhitungan Konsentrasi dari Absorbansi yang Diperoleh .....	78
6. Hasil Perhitungan Pengaruh pH terhadap Daya Adsorpsi Krom (VI) .....	86
7. Hasil Perhitungan Pengaruh waktu kontak terhadap Daya Adsorpsi Krom (VI).....	87
8. Konsentrasi Krom (VI) yang Teradsorpsi dan Terdesorpsi .....	88
9. Hasil Uji LoD dan LoQ pada Kurva Kalibrasi Desorpsi .....	89
10. Data Hasil Analisis Menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom .....	91
11. Dokumentasi .....	95

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini menyebabkan penggunaan logam-logam berat semakin meningkat (Sudiarta dan Dwi, 2010). Logam berat yang berada pada kategori sangat beracun diantaranya adalah Hg, Pb, Cd, Cr dan As. Logam berat Kromium (Cr) merupakan logam toksik dengan penanganan sangat sukar dibandingkan logam toksik lain (Afrianita *et al.*, 2013). Kromium heksavalen Cr (VI), yang merupakan logam anion toksik dengan penanganan sangat sukar (selektif) dibandingkan logam kation toksik. Bila dikonsumsi manusia (lebih dari 0,05 mg/L) dapat menimbulkan keracunan dan gangguan pada organ vital seperti gangguan syaraf pusat dan kanker (Widihati, 2008). Logam berat krom menimbulkan banyak dampak negatif pada makhluk hidup, oleh karena itu, keberadaan logam berat tersebut di lingkungan harus dikurangi. Salah satunya adalah dengan cara adsorpsi.

Adsorpsi merupakan metode yang paling banyak digunakan dibandingkan dengan metode yang lain karena metode ini aman, tidak memberikan efek samping yang membahayakan kesehatan, tidak memerlukan peralatan yang rumit dan mahal serta mudah digunakan. Sabut kelapa mengandung lignin dan selulosa yang dapat dijadikan sebagai arang aktif yang berfungsi untuk mengadsorpsi logam berat.

Salah satu karakteristik yang dianggap keunggulan suatu adsorben adalah sifat *regenerable* atau dapat diregenerasi menggunakan agen pendesorpsi (Munawar, 2010). Namun, hal ini juga menimbulkan dampak negatif. Adsorben yang telah digunakan untuk mengadsorpsi logam berat biasanya hanya dibuang ke lingkungan dan menjadi limbah. Limbah adsorben ini pada kondisi tertentu akan menyebabkan logam dalam limbah adsorben tersebut terlepas kembali. Hal ini akan menimbulkan pencemaran lingkungan kembali. Oleh karena itu, perlu penanganan terhadap limbah adsorben yang telah digunakan.

Permasalahan baru akibat pencemaran limbah adsorben dapat diatasi dengan cara menjadikan arang aktif serabut kelapa sebagai campuran dalam pembuatan batako. Penambahan arang pada batako akan mengurangi berat batako karena menggantikan volume pasir yang digunakan. Batako yang lebih ringan merupakan batako yang lebih baik karena akan menghasilkan konstruksi ringan dan tahan gempa (Alamsyah *et al.*, 2013). Batako dibuat untuk menggantikan batu bata sebagai bahan konstruksi, karena pembuatan batu bata merah cenderung merusak lingkungan seperti adanya bekas galian yang berakibat lahan tidak dapat dimanfaatkan lagi (Bakar *et al.*, 2013).

Pengikatan adsorben arang aktif serabut kelapa yang telah mengadsorpsi logam berat diharapkan dapat mengurangi logam berat yang akan terlepas kembali. Solidifikasi/stabilisasi (S/S) limbah menggunakan semen merupakan salah satu alternatif pengolahan limbah dengan tujuan untuk membuat suatu padatan, yang mudah penanganannya dan tidak meluluhkan kontaminan ke dalam lingkungan (Utomo, 2008). Berdasarkan uraian di atas perlu dilakukan penelitian



mengenai adsorpsi logam kromium (VI) dengan arang aktif serabut kelapa dan pelepasan logam kromium (VI) dalam limbah adsorben arang aktif serabut kelapa yang ditambahkan sebagai bahan pembuatan batako.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana karakter (kadar air, kadar abu dan daya adsorp terhadap iod) arang dan arang aktif serabut kelapa yang akan digunakan sebagai adsorben logam krom (VI)?
2. Berapa pH optimum yang diperlukan arang aktif serabut kelapa untuk menurunkan kadar krom (VI)?
3. Berapa waktu setimbang yang diperlukan arang aktif serabut kelapa untuk menurunkan kadar krom (VI)?
4. Bagaimana pengaruh pH larutan pendesorpsi terhadap pelepasan logam krom (VI) pada limbah arang aktif yang diimobilisasikan dalam batako?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui karakter arang dan arang aktif serabut kelapa yang akan digunakan sebagai adsorben logam krom (VI) berupa kadar air, kadar abu dan daya adsorp terhadap iod.

2. Mengetahui pH optimum yang diperlukan arang aktif serabut kelapa untuk menurunkan kadar krom (VI).
3. Mengetahui waktu setimbang yang diperlukan arang aktif serabut kelapa untuk menurunkan kadar krom (VI).
4. Mengetahui pengaruh pH larutan pendesorpsi terhadap terhadap pelepasan logam Cr (VI) pada limbah arang aktif yang diimobilisasikan dalam batako.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam meningkatkan pengetahuan mengenai penanganan limbah cair yang mengandung Cr (IV) dan memanfaatkan arang aktif serabut kelapa sebagai adsorben dan bahan tambahan dalam pembuatan batako. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan pemikiran tentang pengelolaan limbah kimia bagi perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang kimia lingkungan.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Logam Berat Krom (Cr)**

Logam berat merupakan salah satu pencemar yang sangat berbahaya bagi manusia dan lingkungannya, sebab toksisitasnya dapat mengancam kehidupan makhluk hidup (Diantariani, 2010). Beberapa logam berat yang dapat mencemari lingkungan dan bersifat toksik adalah krom (Cr), perak (Ag), kadmium (Cd), timbal (Pb), seng (Zn), merkuri (Hg), tembaga (Cu), besi (Fe), molibdat (Mo), nikel (Ni), timah (Sn), kobalt (Co) dan unsur-unsur yang termasuk ke dalam logam ringan seperti arsen (As), aluminium (Al) dan selenium (Se) (Purwaningsih, 2009). Logam berat berdasarkan sifat racunnya dapat dikelompokkan menjadi 4 golongan yaitu (Hasrianti, 2012):

- a. Sangat beracun, dapat mengakibatkan kematian ataupun gangguan kesehatan yang pulih dalam waktu yang singkat. logam-logam tersebut adalah Hg, Pb, Cd, Cr dan As.
- b. Moderat. yaitu mengakibatkan gangguan kesehatan baik yang pulih maupun tidak dalam waktu yang relatif lama. logam-logam tersebut adalah Ba, Be, Cu, Au, Li, Mn, Se, Te, Co dan Rb.
- c. Kurang beracun. logam ini dalam jumlah besar menimbulkan gangguan kesehatan. logam-logam tersebut adalah Al, Bi, Co, Fe, Ca, Mg, Ni, K, Ag, Ti dan Zn.

- d. Tidak beracun. yaitu tidak menimbulkan gangguan kesehatan. Logam-logam tersebut adalah Na, Al, Sr dan Ca.

Kromium mempunyai titik leleh dan didih tinggi di atas titik leleh dan titik didih unsur-unsur transisi deretan pertama lainnya. Bilangan oksidasi yang terpenting adalah +2, +3, dan + 6, disebut terpenting karena reaksi dan senyawa kromium yang sering ditemukan hanya menyangkut kromium dengan bilangan oksidasi +2, +3, dan +6. Bilangan oksidasi +2, +3, dan +6 adalah bilangan yang menyatakan sifat muatan spesi tersebut ketika terbentuk dari atom-atomnya yang netral (Asmadi *et al.*, 2009).

**a. Kromium (+2)**

Logam kromium biasanya melarut dalam asam klorida atau asam sulfat yang membentuk larutan  $(\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6)^{2+}$  dengan warna larutan biru langit. Di dalam larutan air ion  $\text{Cr}^{2+}$  merupakan reduktor yang kuat dan mudah dioksidasi di udara menjadi senyawa  $\text{Cr}^{3+}$ . Ion  $\text{Cr}^{2+}$  dapat juga bereaksi dengan  $\text{H}^+$  dan dengan air jika terdapat katalis berupa serbuk logam.

**b. Kromium (+3)**

Senyawa kromium 3+ adalah ion yang paling stabil diantara kation logam transisi yang mempunyai bilangan oksidasi +3. Kompleks  $\text{Cr}^{3+}$  umumnya berwarna hijau dan dapat berupa kompleks anion atau kation. Larutan yang mengandung  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $(\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6)^{3+}$  berwarna ungu, apabila dipanaskan menjadi hijau.

### c. Kromium (+6)

Kromium (VI) oksida ( $\text{CrO}_3$ ) dapat bereaksi dengan basa membentuk kromat. Jika larutan ion kromat diasamkan akan dihasilkan ion dikromat yang berwarna jingga. Dalam larutan asam, ion kromat atau ion dikromat adalah oksidator kuat. Sesuai dengan tingkat valensi yang dimilikinya ion-ion kromium yang telah membentuk senyawa mempunyai sifat yang berbeda-beda sesuai dengan tingkat ionitasnya.

Senyawa kromium umumnya dapat berbentuk padatan (kristal  $\text{CrO}_3$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) larutan dan gas (uap dikromat). Kromium dalam larutan biasanya berbentuk trivalen ( $\text{Cr}^{3+}$ ) dan ion heksavalen ( $\text{Cr}^{6+}$ ). Dalam larutan yang bersifat basa dengan pH 8 sampai 10 terjadi pengendapan Cr dalam bentuk  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  (Asmadi *et al.*, 2009). Kromium (VI) turunan dari  $\text{CrO}_3$ , dapat dijumpai dalam bentuk dua macam, dalam larutan basa diatas pH 6,  $\text{CrO}_3$  membentuk ion  $\text{CrO}_4^{2-}$  (kromat-kuning) dengan struktur tetrahedron. Antara pH 2 dan pH 6,  $\text{CrO}_3$  membentuk ion  $\text{HCrO}_4^-$  dan ion dikromat-merah oranye,  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ .

## 2.2 Serabut Kelapa

Indonesia merupakan negara penghasil kelapa yang utama di dunia. Sabut kelapa merupakan bagian yang cukup besar dari buah kelapa, yaitu 35 % dari berat keseluruhan buah. Sabut kelapa terdiri dari serat dan gabus yang menghubungkan satu serat dengan serat lainnya. Serat adalah bagian yang berharga dari sabut. Setiap butir kelapa mengandung serat 525 gram (75 % dari sabut) dan gabus 175 gram (25 % dari sabut). Dengan demikian, apabila secara

rata-rata produksi buah kelapa per tahun adalah sebesar 5,6 juta ton, maka berarti terdapat sekitar 1,7 juta ton sabut kelapa yang dihasilkan (Yustinah dan Hartini 2011). Namun, belum semua sabut kelapa yang ada dimanfaatkan dengan optimal (Khuriati *et al.*, 2007). Serat serabut kelapa sangat tahan lama di bawah kondisi cuaca normal. Publikasi mengenai pemanfaatan serat serabut kelapa sangat jarang dikarenakan serat serabut kelapa peka terhadap kelembaban (Linggo dan Eliza, 2007).

Serabut kelapa (*Cocos nucifera*) yang ada di Indonesia biasanya hanya langsung diekspor ke negara-negara maju lainnya. Hanya beberapa daerah saja yang telah berhasil mengembangkan variasi produknya, seperti Lampung, yang telah berhasil menjadi eksportir serabut. Padahal kalau serabut kelapa itu sedikit dipoles, maka bisa memiliki nilai lebih yang menguntungkan. Selama ini pemanfaatan serabut kelapa di Indonesia kebanyakan hanya dipakai sebagai bahan pembuatan *keset*. Padahal, serabut kelapa sebenarnya memiliki nilai jual ekonomi yang cukup tinggi. Banyak produk yang bisa dihasilkan dari pengolahan serabut kelapa. Indonesia sendiri mempunyai persebaran tanaman kelapa yang cukup besar jika dibandingkan dengan negara lainnya seperti Philipina, India, Sri Lanka, dan lain-lain (Hartini *et al.*, 2013).

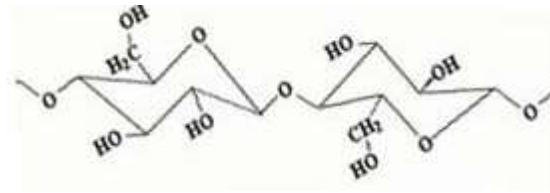
Potensi penggunaan serat sabut kelapa sebagai arang aktif untuk menghilangkan logam berat dari perairan cukup tinggi karena serat sabut kelapa mengandung lignin dan selulosa (Sudiarta *et al.*, 2011). Serat sabut kelapa sangat berpotensi sebagai adsorben arang aktif karena di dalam selulosa dan lignin mengandung karbon. Serabut kelapa yang digunakan merupakan serabut kelapa

tua dimana serabutnya telah kering. Serabut kelapa yang telah kering akan lebih mudah digunakan untuk pembuatan arang. Serabut kelapa dicuci dengan air bersih untuk menghilangkan kotoran yang menempel. Serabut kelapa kemudian dikeringkan dibawah sinar matahari. Pengeringan dilakukan untuk mengurangi kandungan air dalam serabut kelapa. Serabut kelapa yang telah kering kemudian dipotong-potong dan dihaluskan dengan blender. Hal ini dimaksudkan agar perendaman menggunakan aktivator menjadi lebih sempurna. Semakin kecil ukuran partikel serabut kelapa akan memperbesar luas permukaan yang dapat melakukan kontak sewaktu proses aktivasi. Hal ini akan menyebabkan lebih banyak serabut kelapa yang dapat teraktivasi.

Di dalam sabut kelapa terdapat beberapa komponen dasar yang diantaranya (Saleh *et al.*, 2009):

a. Selulosa

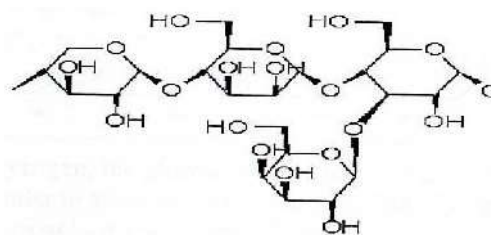
Selulosa ialah senyawa organik yang tidak larut dalam air dengan formula  $(C_6H_{10}O_5)_n$  yang merupakan kandungan utama dalam serat tumbuhan dan berfungsi sebagai komponen struktur tumbuhan. Selulosa ini tersusun atas molekul glukosa rantai lurus dan panjang. Keberadaannya pada dinding sel tanaman bersamaan dengan hemiselulosa dan lignin. Oleh karena itu, serat tanaman biasa disebut dengan lignoselulosa. Selulosa terdiri dari 7000-15000 molekul glukosa. Selulosa bersifat tidak larut dalam air, asam, maupun basa pada suhu kamar. Struktur selulosa terdiri dari 60-70% kristalin dan 30- 40% amorphous, sehingga tidak mudah dihidrolisis (Sukardati *et al.*, 2010).



Gambar 2.1 Rumus struktur selulosa

b. Hemiselulosa

Hemiselulosa tersusun atas glukosa rantai pendek dan bercabang. Secara biokimiawi, hemiselulosa adalah semua polisakarida yang dapat diekstraksi adalah larutan basa. Monomer penyusun hemiselulosa biasanya adalah rantai D-glukosa, ditambah dengan berbagai bentuk monosakarida yang terikat pada rantai, baik sebagai cabang atau mata rantai. Hemiselulosa merupakan *heteropolymers (matrix polysaccharides)* yang berisi 200 monomer gula. Hemiselulosa berada bersama-sama dengan selulosa pada dinding sel, dan keduanya diikat oleh pektin. Strukturnya yang terbesar adalah amorphous dan sebagian kecil berupa kristalin. Hemiselulosa mudah dihidrolisis dengan asam encer, basa, atau enzim. Hemiselulosa mengandung beberapa monomer gula yaitu: xyloza, mannosa, galaktosa, rhamnosa, arabinosa, dan glukosa. Xyloza merupakan gula yang paling banyak terkandung dalam hemiselulosa (Sukardati *et al.*, 2010).



Gambar 2.2 Rumus struktur hemiselulosa



c. Lignin

Lignin adalah jaringan polimer fenolik tiga dimensi yang berfungsi merekatkan serat selulosa sehingga menjadi kaku. Komposisi bahan penyusun ini berbeda-beda bergantung pada jenis tanaman. Berbeda dengan selulosa yang terutama terbentuk dari gugus karbohidrat, lignin terbentuk dari gugus aromatik yang saling dihubungkan dengan rantai alifatik, yang terdiri dari 2-3 karbon. Lignin merupakan polimer kompleks dari fenil propana dan mudah didegradasi oleh asam, basa, maupun enzim lignolitik.

### 2.3 Arang Aktif

Arang adalah suatu produk kayu yang diperoleh dari proses karbonisasi, arang adalah residu yang sebagian besar komponennya adalah karbon dan terjadi karena penguraian kayu akibat perlakuan panas. Arang aktif adalah arang yang diolah lebih lanjut pada suhu tinggi dengan menggunakan gas CO<sub>2</sub>, uap air atau bahan-bahan kimia, sehingga poriporinya terbuka dan dapat digunakan sebagai adsorben. Daya adsorp arang aktif disebabkan adanya pori-pori mikro yang sangat besar jumlahnya, sehingga menimbulkan gejala kapiler yang mengakibatkan adanya daya adsorp (Yustinah dan Hartini, 2011).

Arang aktif merupakan arang dengan struktur amorphous atau mikrokristalin yang sebagian besar terdiri karbon dan memiliki “permukaan dalam” (*internal surface*), biasanya diperoleh dengan perlakuan khusus dan memiliki luas permukaan berkisar antara 300-2000 m<sup>2</sup>/g. Secara umum, ada dua jenis arang aktif yaitu arang aktif fasa cair dan arang aktif fasa gas. Arang aktif

fasa cair dihasilkan dari material dengan berat jenis rendah, seperti arang dari serabut kelapa yang mempunyai bentuk butiran (*powder*), rapuh (mudah hancur), mempunyai kadar abu yang tinggi berupa silika dan biasanya digunakan untuk menghilangkan bau, rasa, warna, dan kontaminan organik lainnya. Sedangkan arang aktif fasa gas dihasilkan dari material dengan berat jenis tinggi (Ramdja *et al.*, 2008)

Penggunaan arang aktif sebagai adsorben telah diteliti oleh peneliti terdahulu. Kusmiyati *et al.* (2012) memanfaatkan arang aktif batubara untuk menurunkan kadar ion logam berat  $\text{Cu}^{2+}$  dan  $\text{Ag}^+$  pada limbah cair industri, Nurfitriyani *et al.* (2013) mengadsorpsi logam kromium (VI) menggunakan arang aktif tempurung kelapa secara *kontinyu*.

### **2.3.1 Sintesis Arang Aktif**

Pembuatan arang aktif ini merupakan proses gabungan antara kimia dan fisika dengan perendaman dengan aktivator dan pemanasan dengan pada suhu tinggi yang bertujuan memperbanyak pori dan membuat porositas baru sehingga arang aktif mempunyai daya adsorp tinggi (Pambayun *et al.*, 2013). Proses pembuatan arang aktif terdiri dari 3 tahap, yaitu :

a. Tahap dehidrasi

Tahap ini dilakukan dengan memanaskan bahan baku sampai suhu  $105^{\circ}\text{C}$  dengan tujuan untuk menghilangkan kadar air.

b. Tahap karbonisasi

Tahap karbonisasi merupakan proses pirolisis yaitu proses dekomposisi thermal pada suhu  $600\text{-}1100^{\circ}\text{C}$ .

c. Tahap aktivasi

Aktivasi adalah suatu perubahan fisika dimana luas permukaan karbon menjadi lebih besar. Ada 2 cara untuk melakukan proses aktivasi karbon yaitu:

1) Aktivasi secara fisika

Proses aktivasi dilakukan dengan mengalirkan uap atau udara pada suhu 800 - 1000°C. Beberapa bahan baku lebih mudah untuk diaktifasi jika diklorinasi terlebih dahulu. Selanjutnya dikarbonisasi dan diaktifasi dengan uap.

2) Aktivasi secara kimia

Metode ini dilakukan dengan merendam bahan baku pada bahan kimia seperti  $H_3PO_4$ ,  $CaCl_2$ ,  $KOH$ ,  $H_2SO_4$ ,  $Na_2CO_3$ ,  $NaCl$ ,  $K_2S$ ,  $HCl$ , dan  $ZnCl_2$  (Ramla, 2012). Pada saat pemanasan dilakukan, senyawa kontaminan yang berada dalam pori menjadi lebih mudah terlepas. Hal ini menyebabkan luas permukaan yang aktif bertambah besar dan meningkatkan daya adsorp arang aktif (Danarto dan Samun, 2008).

Penggunaan  $H_3PO_4$  sebagai aktivator lebih efektif dalam membuat arang aktif serabut kelapa dikarenakan  $H_3PO_4$  merupakan aktivator yang baik karena lebih efektif menghasilkan arang aktif yang memiliki daya adsorp yang tinggi (Nur, 2012). Selain itu,  $H_3PO_4$  memiliki stabilitas termal yang baik dan memiliki karakter kovalen yang tinggi. Stabilitas termal berperan dalam mempertahankan kestabilan zat pengaktif dalam proses aktivasi yang dilakukan pada suhu tinggi sedangkan karakter kovalen berkaitan dengan interaksi kovalen antara arang

dengan zat pengaktif yang berlangsung pada suhu tinggi. Unsur-unsur yang menyusun  $H_3PO_4$  berikatan secara kovalen polar. Dengan demikian, senyawa  $H_3PO_4$  lebih didominasi oleh karakter kovalen. Arang, yang tersusun dari atom-atom C yang secara kovalen membentuk struktur heksagonal datar dengan satu atom C pada tiap sudut, akan berinteraksi lebih baik dengan zat yang memiliki karakter kovalen. Jadi,  $H_3PO_4$  memiliki kemampuan berinteraksi lebih baik dengan arang (Koleangan dan Wuntu, 2008).

Beberapa penelitian terdahulu menggunakan  $H_3PO_4$  sebagai aktivator dalam pembuatan arang aktif. Yustinah dan Hartini (2011) menggunakan  $H_3PO_4$  sebagai aktivator dalam pembuatan arang aktif serabut kelapa. Darmawan *et al.* (2009) menggunakan  $H_3PO_4$  sebagai aktivator dalam pembuatan arang aktif tempurung kemiri. Kurniawan *et al.* (2014) menggunakan  $H_3PO_4$  sebagai aktivator dalam pembuatan arang aktif tempurung kelapa dan arang aktif tandan kosong kelapa sawit.

Proses aktivasi arang terdiri dari dua proses yaitu aktivasi kering dan aktivasi basah. Pada aktivasi basah, prekursor awal direndam terlebih dahulu dengan aktivator kemudian karbonisasi dilakukan sekaligus. Sedangkan pada aktivasi kering, prekursor awal diarangkan terlebih dahulu, baru diaktivasi dengan perendaman bahan-bahan kimia (Budiarti, 2013).

$H_3PO_4$  merupakan *activating agent* yang bersifat asam. Pada *activating agent* yang bersifat asam, material lignoselulosa yang terkandung di dalam serabut kelapa lebih baik langsung dicampur dengan *activating agent* tersebut tanpa melalui proses karbonisasi terlebih dahulu (aktivasi basah). Hal ini dikarenakan

material lignoselulosa mengandung banyak oksigen. Asam akan bereaksi baik dengan oksigen pada lignoselulosa (Budiarti, 2013). Proses aktivasi menggunakan  $H_3PO_4$  bertujuan untuk memperbesar pori sehingga luas permukaannya bertambah besar (Darmayanti, 2012).

Dalam pembuatan arang aktif umumnya berlangsung tiga tahap yaitu proses dehidrasi, proses karbonasi dan proses aktivasi. Namun, penelitian ini menggunakan dua tahap yaitu karbonasi dan aktivasi karena pada proses dehidrasi dilakukan bersamaan dengan proses karbonasi karbon. Arang aktif yang dihasilkan kemudian di cuci dengan aquades hingga pH netral. Penentuan pH netral dilakukan dengan meneteskan aquades bekas pencucian arang aktif pada pH indikator. Arang aktif dialiri dengan aquades terus menerus hingga pH indikator menunjukkan pH 7. Penetralan arang aktif bertujuan untuk menghilangkan sisa  $H_3PO_4$  yang masih terdapat dalam arang aktif serabut kelapa (Alfiany, *et al.*, 2013). Arang aktif yang telah netral kemudian dikeringkan dengan oven dan di ayak ukuran 100 *mesh*. Pengayakan 100 *mesh* akan memperkecil ukuran partikel arang dan menghasilkan ukuran partikel yang sama. Ukuran partikel mempengaruhi luas permukaan karbon aktif yang dihasilkan. Semakin kecil ukuran partikel arang akan memperbesar luas permukaannya.

### **2.3.2 Syarat Mutu Arang Aktif**

Menurut Standar Industri Indonesia (SII No. 0258-88), syarat mutu arang aktif dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Syarat mutu arang aktif

Jenis uji	Persyaratan	
	Butiran	Padatan
Bagian yang hilang pada pemanasan 950 °C	Max. 15%	Max. 25%
Kadar air	Max. 4,4%	Max. 15%
Kadar abu	Max. 2,5%	Max. 10%
Fixed karbon (%)	Min. 80%	Min. 65%
Daya adsorp terhadap I <sub>2</sub>	Min. 750 mg/g	Min. 750 mg/g
Daya adsorp terhadap metilen blue	Min. 60 mL/g	Min. 120 mL/g

Sumber : Pusat Dokumentasi dan Informasi Ilmiah, LIPI dalam Ramdja *et al.*, 2008

Karakterisasi arang aktif dimaksudkan untuk mengetahui kondisi sebenarnya dari arang aktif sehingga diharapkan arang aktif mampu berfungsi dengan baik. Karakterisasi arang aktif dapat diperlihatkan melalui beberapa pengujian mutu arang aktif meliputi penentuan kadar air, kadar abu dan daya adsorp terhadap iodium (Yusuf dan Siti 2013).

Penetapan kadar air bertujuan untuk mengetahui sifat higroskopis arang aktif. Penentuan kadar abu arang aktif dilakukan untuk mengetahui kandungan oksida logam atau kandungan bahan anorganik dalam arang aktif. Penetapan daya adsorp terhadap iodium merupakan indikator penting dalam menilai arang aktif. Daya adsorp terhadap iodium menunjukkan kemampuan arang aktif menyerap zat dengan ukuran molekul yang lebih kecil dari 10 Å. Semakin tinggi daya adsorp iodium maka semakin baik kualitas arang aktif (Irmanto dan Suyata, 2010).

## 2.4 Batako

Batako adalah campuran antara semen, agregat, dan air dengan atau tanpa bahan tambahan. Batako yang dihasilkan oleh industri kecil pada umumnya adalah batako padat. Batako tersebut dilihat secara langsung menunjukkan kualitas yang cukup baik dengan permukaan yang mulus. Dinding yang dibuat dari batako mempunyai keunggulan dalam hal meredam panas dan suara. Semakin banyak produksi batako semakin ramah terhadap lingkungan daripada produksi batu bata tanah liat karena tidak harus dibakar (Mallisa, 2011).

Baku mutu zat pencemar limbah dalam batako harus aman bagi lingkungan dan berada dibawah ambang standar yang telah ditentukan. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Baku mutu TCLP zat pencemar limbah untuk penentuan karakteristik/sifat racun (mg/L)

Parameter	Baku mutu (PP.85/1999)
Arsen (As)	5
Cadmium (Cd)	1
Barium (Ba)	100
Chromium (Cr)	5
Copper (Cu)	10
Lead (Pb)	5
Zinc (Zn)	50
Boron (B)	500
Mercury (Hg)	0,2
Selenium (Se)	1
Silver (Ag)	5

Sumber: Kerjasama BBPK dengan Industri Kertas dalam Khusna, 2013

### 2.4.1 Bahan Penyusun Batako (Mallisa, 2011)

#### a. Semen Portland

Menurut ASTM C-150, 1985, semen Portland didefinisikan sebagai semen hidrolik yang dihasilkan dengan cara menggiling klinker yang terdiri dari silikat – silikat kalsium yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama – sama dengan bahan utamanya.

#### b. Agregat

Agregat ialah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi campuran beton. Agregat ini menempati sebanyak 70% dari volume beton. Agregat sangat berpengaruh terhadap sifat – sifat betonnya, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan beton. Agregat yang digunakan dalam campuran beton dapat berupa agregat alam atau agregat buatan.

Secara umum agregat dapat dibedakan berdasarkan ukurannya, yaitu agregat kasar dan agregat halus. Batasan antara agregat kasar dan agregat halus berada antara disiplin ilmu yang satu dengan lainnya. Meskipun demikian, dapat diberikan batasan ukuran antara agregat halus dan agregat kasar yaitu 4,80 mm (*British Standard*) atau 4,75 mm (Standar ASTM), dan agregat halus adalah batuan yang lebih kecil dari 4,80 mm (4,75 mm).



c. Air

Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen, serta untuk menjadi bahan pelumas antara butir – butir agregat agar dapat mudah dikerjakan dan dipadatkan. Untuk bereaksi dengan semen, air yang diperlukan hanya sekitar 25% berat semen saja, namun dalam kenyataannya nilai faktor air semen yang dipakai sulit kurang dari 0,35. Kelebihan air ini yang dipakai sebagai pelumas.

Pengerasan beton berdasarkan reaksi antara semen dan air. Oleh karena itu, perlu pemeriksaan apakah air yang akan digunakan memenuhi syarat tertentu. Air tawar yang dapat diminum, tanpa diragukan dapat dipakai. Air minum tidak selalu ada maka disarankan untuk mengamati apakah air tersebut tidak mengandung bahan – bahan yang merusak beton/baja. Air yang digunakan dapat berupa air tawar (dari sungai, danau, telaga, kolam dan lainnya). Air yang digunakan dalam campuran beton harus bersih, tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, zat organik atau bahan lainnya yang dapat merusak beton atau tulangan.

#### **2.4.2 Pembuatan Batako**

Batako merupakan material bangunan yang umumnya digunakan sebagai material pasangan dinding yang dibuat dari campuran semen, pasir dan air yang dicampur baik dengan mesin maupun manual kemudian dicetak dengan cara ditekan. Campuran semen, pasir dan air yang dicampur baik dengan mesin maupun manual kemudian dicetak. Campuran adukan untuk pembuatan batako umumnya merupakan campuran gembur dengan sedikit menggunakan air atau

dengan kata lain penggunaan air diusahakan cukup memenuhi syarat minimum faktor air semen sehingga memungkinkan terjadinya proses hidrasi semen hingga terjadi ikatan dan pengerasan (Alamsyah *et al.*, 2013). Komposisi campuran batako didesain dengan mutu K-175 sesuai dengan standar ASTM, seperti pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3. Perbandingan agregat untuk setiap sampel

Nama bahan	Perbandingan berat	
	(%)	Perbandingan massa
Semen	23,5	1,00
Pasir	64,70	2,75
Air	11,77	0,5

Sumber: Siagian dan Agus, 2011

Fitriyani (2010) melakukan penelitian tentang pengaruh abu cangkang kelapa sawit sebagai bahan tambahan pembuatan batako. Hasil penelitian menunjukkan kuat tekan batako dengan campuran abu cangkang kelapa sawit pada komposisi 10% dan 20% dari berat pasir hampir menyamai kuat tekan batako normal. Siagian dan Agus (2011) melakukan penelitian tentang pengaruh penambahan fly ash pada batako. Hasil penelitian menunjukkan bahwa batas maksimal penambahan abu terbang terhadap campuran batako antara 5% sampai dengan 10%. Koryando (2013) meneliti pengaruh formulasi arang cangkang sawit terhadap kuat tekan batako. Hasil penelitian menunjukkan pada formulasi arang cangkang sawit 50% diperoleh kuat tekan maksimum. Selain itu, semakin banyak persentase arang didalam batako maka semakin ringan berat isi pada batako.

## 2.5 Adsorpsi Desorpsi

### 2.5.1 Adsorpsi

Beberapa metode telah dilakukan untuk menarik logam dari lingkungan perairan diantaranya metode fisikokimia, seperti pengendapan logam, osmosis balik, dan pertukaran ion. Berbagai teknik tersebut membutuhkan peralatan relatif mahal dan sistem monitoring yang terus menerus serta kurang efektif terutama ketika konsentrasi ion logam berat kurang dari 10 mg/L (Akpomie *et al.*, 2012). Alternatif penerapan metode adsorpsi dengan arang aktif dipilih karena permukaan arang aktif yang luas, kemampuan adsorpsi yang besar, mudah diaplikasikan dan biaya yang relatif murah.

Adsorpsi adalah peristiwa pengambilan zat yang berbentuk gas, uap dan cairan oleh permukaan atau antarmuka. Faktor terpenting dalam proses adsorpsi adalah luas permukaan. Suatu molekul pada antarmuka mengalami ketidakseimbangan gaya. Akibatnya, molekul molekul pada permukaan ini mudah sekali menarik molekul lain, sehingga keseimbangan gaya akan tercapai (Ramdja *et al.*, 2008). Beberapa penelitian terdahulu, misalnya oleh Riapanitra dan Roy (2010) mengadsorpsi limbah cair krom menggunakan arang batok kelapa dan tanah humus, sedangkan Sudiarta *et al.* (2011) menggunakan biomassa sabut kelapa untuk mengadsorpsi logam krom (III). Adsorben dari bahan alam yang ramah lingkungan atau material hasil limbah industri merupakan bahan yang potensial untuk digunakan ( Kusmiyati *et al.*, 2012). Pada prinsipnya proses adsorpsi terdiri dari tiga langkah penting, yaitu (Billah, 2010):

- a. Harus terjadi kontak antara fluida dengan adsorben, pada keadaan demikian adsorbat akan diadsorpsi.
- b. Fluida yang tidak teradsorpsi harus dipisahkan dari adsorbat-adsorben.
- c. Adsorben harus dapat diregenerasi (diaktifkan kembali)

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi adalah (Billah, 2010):

- a. Sifat-sifat fisika dan kimia dari adsorben.

Selain komposisi dan polaritas, struktur pori merupakan faktor yang penting untuk diperhatikan. Struktur pori berhubungan dengan luas permukaan. Semakin besar luas permukaan kecepatan adsorpsi semakin bertambah. Untuk meningkatkan kecepatan adsorpsi dianjurkan agar menggunakan adsorben yang telah dihaluskan.

- b. Sifat-sifat fisika dan kimia dari zat yang diadsorp.

Banyak senyawa yang dapat diadsorpsi oleh adsorben tetapi kemampuannya untuk mengadsorpsi berbeda untuk masing-masing senyawa. Adsorpsi akan kemampuan bertambah besar sesuai dengan bertambahnya ukuran molekul. Serapan adsorpan dari struktur yang sama seperti dalam deret homolog.

- c. Konsentrasi dari zat yang diadsorp dalam larutan.

Semakin tinggi konsentrasi dari zat yang diadsorp dalam larutan maka semakin banyak jumlah adsorben yang akan digunakan.

- d. Sifat-sifat dari liquid, misalnya pH, temperatur.

Adsorpsi semakin meningkat bila pH diturunkan yaitu dengan penambahan asam-asam mineral, sebaliknya bila pH dinaikkan yaitu dengan

menambahkan alkali, adsorpsi akan berkurang sebagai akibat terbentuknya garam.

e. Waktu tinggal dalam sistem

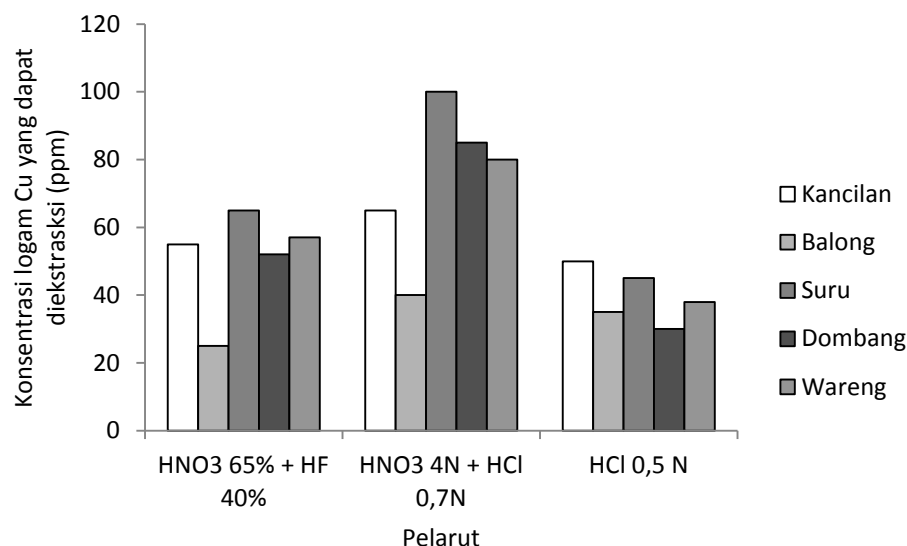
Bila adsorben ditambahkan dalam suatu cairan dibutuhkan waktu untuk mencapai keseimbangan. Waktu yang dibutuhkan berbanding terbalik dengan jumlah adsorben yang digunakan. Untuk larutan yang mempunyai viskositas tinggi diperlukan waktu tinggal yang lebih lama.

### 2.5.2 Desorpsi

Desorpsi adalah peristiwa pelepasan molekul dan ion dari permukaan molekul/ion. Desorpsi yang terjadi pada ekstraksi padat-cair merupakan peristiwa keluarnya analit yang terkandung di dalam sedimen (padatan) ke dalam larutan. Beberapa faktor yang berpengaruh terhadap desorpsi adalah waktu kontak, konsentrasi pelarut, konsentrasi zat terlarut dalam sedimen, spesiasi zat terlarut, kandungan organik/anorganik dalam sedimen dan salinitas (Supriyanto dan Muzakki, 2010).

Parameter yang berpengaruh pada proses desorpsi logam Cr, Fe, dan Cu dalam sedimen antara lain adalah suhu, ukuran butiran sedimen, konsentrasi asam yang digunakan dan waktu kontak. Pengaruh suhu terhadap proses desorpsi adalah dengan bertambahnya suhu reaksi, maka kelarutan akan meningkat, sehingga proses desorpsi semakin cepat. Demikian juga pengaruh waktu kontak dan ukuran butiran, semakin lama waktu kontak dan semakin kecil ukuran butiran akan memperluas permukaan sehingga proses desorpsi yang terjadi semakin cepat (Supriyanto dan Muzakki, 2010).

Supriyanto dan Muzakki (2010) meneliti proses desorpsi logam berat pada sedimen sungai daerah muria dengan pelarut asam. Pengaruh pelarut asam terhadap proses desorpsi logam Cr dalam sedimen, ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Kurva hubungan antara desorpsi logam Cr (ppm) vs pelarut asam

Gambar 2.3 menyajikan proses desorpsi logam Cr dalam sedimen Sungai Kancilan, Balong, Suru, Dombang, dan Wareng menggunakan 3 (tiga) macam campuran pelarut asam masing-masing HF + HNO<sub>3</sub>; HNO<sub>3</sub> + HCl, dan HCl. Berdasarkan pada Gambar 2.3 proses desorpsi logam Cr dalam 5 (lima) macam sedimen masing-masing yang terbaik adalah menggunakan campuran pelarut asam HF 40% + HNO<sub>3</sub> 65% dibandingkan dengan 2 pelarut lainnya. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Sun dalam Supriyanto dan Muzakki (2010) yang menyatakan bahwa asam nitrat dan asam klorida mempunyai kemampuan yang tinggi untuk melarutkan senyawa organik tetapi kurang baik untuk melarutkan senyawa anorganik (silika) yang terdapat dalam sedimen sungai, sedangkan asam

fluorida (HF) merupakan pelarut yang dapat melarutkan senyawa-senyawa silika yang terdapat di dalam sedimen.

Penelitian desorpsi membantu dalam menjelaskan mekanisme pelepasan ion logam dan perolehan kembali logam yang terikat adsorben dan juga untuk regenerasi dan daur ulang adsorben, yang pada gilirannya dapat mengurangi biaya operasional dan melindungi lingkungan (Wankasi *et al.*, 2005). Wankasi *et al.*, 2005 melakukan desorpsi logam untuk menilai pendaurulangan biomassa palem Nypa, reagen desorpsi yang digunakan adalah asam, keadaan basa dan netral dikontakkan dengan biomassa yang berbeda-beda. Hasilnya menunjukkan bahwa semakin lama waktu kontak antara logam terikat biomassa dan reagen desorpsi, semakin tinggi jumlah ion logam diperoleh kembali dari biomassa. Hal itu juga terlihat dari desorpsi dalam media asam untuk kedua ion logam yang lebih cepat daripada dalam media basa dan media netral.

Proses adsorpsi digunakan sebagai alternatif dalam pengolahan air limbah sedangkan desorpsi dan regenerasi adsorben sangat penting untuk membantu mengurangi biaya dan membuka kemungkinan untuk mendesorpsi logam yang diekstrak dari fasa cair. Proses desorpsi menghasilkan logam dalam bentuk terkonsentrasi, yang dapat mengembalikan adsorben menjadi efektif digunakan kembali. Dalam beberapa tahun terakhir, teknik-teknik baru untuk meregenerasi adsorben telah menarik minat yang cukup besar. Prosedur regenerasi termasuk perlakuan termal, ekstraksi kimia, iradiasi gelombang mikro dan regenerasi ultrasonik. Ekstraksi kimia menggunakan NaOH, HCl dan HNO<sub>3</sub> paling sering diterapkan untuk meregenerasi adsorben. HCl digunakan untuk

melepaskan logam, dan persentase pemulihan logam berkisar antara 76,92% sampai 99,60%. Tapi hanya sedikit studi tentang mekanisme desorpsi dan proses re-adsorpsi (Qing-zhu *et al.*, 2008).

## 2.6 Penelitian Terkait

Pemanfaatan serabut kelapa sebagai arang aktif juga pernah dilakukan oleh beberapa peneliti terdahulu. Andreas *et al.* (2008) membuat arang serabut kelapa dan arang serabut kelapa terimpregnasi untuk mengurangi kandungan Cu (II) dalam air. Arang serabut kelapa diimpregnasi menggunakan merkaptobenzotiazol (MBT). Pembuatan arang serabut kelapa dilakukan dengan cara serabut kelapa di furnace selama 3,5 jam pada suhu 320°C. Arang serabut kelapa dan arang serabut kelapa terimpregnasi kemudian digunakan untuk mengadsorpsi ion logam Cu (II) pada interval pH dan waktu kontak tertentu. Hasil penelitiannya menunjukkan waktu kesetimbangan adsorpsi Cu (II) pada karbon dan karbon-MBT yaitu 10 menit dan pH optimumnya adalah pH 5.

Yustinah dan Hartini (2011) telah melakukan penelitian tentang adsorpsi minyak goreng bekas menggunakan arang aktif dari serabut kelapa. Arang serabut kelapa dibuat dengan cara mengaktivasi serabut kelapa terlebih dahulu dengan asam posphat. Serabut kelapa kemudian dipanaskan dalam *furnace* pada temperatur 170°C selama satu jam, kemudian temperatur dinaikkan 500°C selama satu jam. Arang aktif serabut kelapa kemudian digunakan untuk mengadsorpsi minyak goreng. Hasil penelitiannya menunjukkan proses adsorpsi yang optimum menggunakan massa arang aktif 10 gram, yang menghasilkan minyak dengan PV sebesar 1,99 meq/kg.



Desorpsi dapat dilakukan dengan mengontakkan adsorben yang telah digunakan dengan larutan yang dikenal dengan agen desorpsi. Agen desorpsi yang digunakan dapat berupa asam, basa, dan netral. Beberapa penelitian tentang proses desorpsi telah dilakukan seperti penelitian Wankasi *et al.* (2005) yang menggunakan HCl, NaOH, dan aquades sebagai agen desorpsi logam  $Pb^{2+}$  dan  $Cu^{2+}$  dari *Nipa palm*. Pada penelitian Wankasi *et al.* (2005) biomasa *Nypa* yang mengikat logam dimasukkan dalam 50 ml HCl 0,1 M, NaOH 0.1 M dan aquades. Larutan dikontakkan pada variasi waktu 20-140 menit. Filtrat yang dihasilkan kemudian dianalisis menggunakan SSA. Pada percobaan ini diperoleh HCl sebagai agen desorpsi terbaik dimana pada waktu kontak 140 menit, HCl mampu mendesorpsi  $Pb^{2+}$  sebesar 70% dan  $Cu^{2+}$  sebesar 60%.

Munawar (2010) menggunakan  $HNO_3$  untuk mendesorpsi logam seng (II) dari partikel gambut pada percobaan ini diperoleh hampir semua ion seng dapat disisihkan dari fasa sorben saat dikontakkan dengan asam nitrat. Sa'adah dan Suprpto (2010) mendesorpsi AuCN dari arang aktif menggunakan larutan isopropanol. Hasil yang diperoleh adalah pH dan konsentrasi isopropanol dalam larutan pengekstraksi mempengaruhi desorpsi AuCN.

Diantariani *et al.* (2008) mendesorpsi krom (VI) dari rumput laut *Eucheuma spinosum* menggunakan larutan pendesorpsi HCl 0,1 M, aquades dan  $Na_2EDTA$  1 M. Berdasarkan hasil ketiga tahap desorpsi yang dilakukan, didapatkan jumlah ion logam Cr (VI) yang paling banyak terdesorpsi adalah dengan menggunakan aquades yaitu sebesar 40,69 % sedangkan dengan HCl 1 M dan  $Na_2EDTA$  sebesar 4,84 % dan 0,20%.

## **BAB 3**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Lokasi Penelitian**

Penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia Anorganik, Kimia Fisik dan Kimia Analitik Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.

#### **3.2 Populasi dan Sampel**

Populasi dalam penelitian ini serabut kelapa (*Cocos nucifera*) untuk penyerapan Cr (VI). Sampel dalam penelitian ini adalah cuplikan serabut kelapa.

#### **3.3 Variabel Penelitian**

##### **3.3.1 Variabel bebas**

Variabel bebas adalah faktor-faktor yang mempengaruhi hasil analisis. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah pH larutan yang akan diadsorpsi, waktu kontak interaksi, dan pH larutan pendesorpsi.

##### **3.3.2 Variabel terikat**

Variabel terikat adalah faktor yang dipengaruhi oleh variabel bebas. Variabel terikat dalam penelitian ini yaitu jumlah logam kromium (VI) yang teradsorpsi serta kadar logam krom (VI) yang terdesorpsi.

### 3.3.3 Variabel kendali

Variabel kendali adalah variabel yang dapat mempengaruhi hasil penelitian tetapi keberadaanya dikendalikan oleh peneliti. Variabel kendali dalam penelitian ini meliputi massa adsorben, ukuran adsorben, konsentrasi awal logam yang akan diadsorpsi, komposisi penyusun batako, kecepatan pengadukan dan temperatur ruangan.

## 3.4 Alat dan Bahan

### a. Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

Labu ukur

1. Pipet volume
2. Gelas kimia
3. Pipet tetes
4. Buret
5. Corong
6. Cawan porselin
7. Lumpang alu
8. Erlenmeyer
9. Cetakan batako panjang 3,5 cm diameter 2,5 cm
10. Neraca analitik AND GR-2000
11. pH meter cyberScan Con 400
12. Desikator

13. Kertas saring halus
14. orbital shaker yellow line OS 10 basic
15. Oven Memmert
16. Ayakan ukuran 100 *mesh*
17. Furnace Barnstead Thermolyne
18. FAAS Perkin Elmer 5100 PC

b. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Serabut kelapa yang diperoleh dari daerah Ungaran
2.  $\text{H}_3\text{PO}_4$  (kadar: 85%, berat molekul 97,99 g/mol, rapatan 1,71  $\text{kg/dm}^3$ ) (Merck)
3.  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  (berat molekul 294,1918 g/mol, kadar 98%) (Merck)
4. KI (berat molekul 166,01 g/mol, kadar 99,5%) (Merck)
5.  $\text{I}_2$  (berat molekul 253,81 g/mol, kadar 99,8%) (Merck)
6.  $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  (berat molekul 253,81 g/mol, kadar 99,5%) (Merck)
7. Amilum
8. HCl (kadar: 37%, berat molekul 36,453 g/mol, rapatan 1,19  $\text{kg/dm}^3$ ) (Merck)
9. NaOH (berat molekul 40 g/mol, kadar 99%) (Merck)
10.  $\text{HNO}_3$  (kadar: 65%, berat molekul 80,05 g/mol, rapatan 1,41  $\text{kg/dm}^3$ ) (Merck)
11.  $\text{KBrO}_3$  (berat molekul 167,011 g/mol, kadar 99,5%) (Merck)

12. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (kadar: 96,1%, berat molekul 98,07 g/mol, rapatan 1,84 kg/dm<sup>3</sup>) (Merck)
13. Semen
14. Air
15. Pasir
16. Aquades

### **3.5 Prosedur Penelitian**

#### **3.5.1 Pembuatan arang serabut kelapa (Darmayanti *et al.*, 2012)**

Limbah serabut kelapa sebanyak 250 gram dibersihkan dan dipotong kecil-kecil kemudian dikeringkan dengan sinar matahari. Serabut kelapa kemudian diblender dan dimasukkan ke dalam drum (alat pembuatan arang). Serabut kelapa dibakar sampai menjadi arang. Arang serabut kelapa kemudian dibiarkan dingin dan dicuci dengan aquades hingga pH netral. Arang serabut kelapa dikeringkan dengan oven dan diayak ukuran 100 *mesh*.

#### **3.5.2 Pembuatan arang aktif serabut kelapa**

Limbah serabut kelapa sebanyak 125 gram yang sudah dibersihkan dan dipotong kecil-kecil, dikeringkan dengan sinar matahari. Serabut kelapa kemudian diblender dan diaktivasi menggunakan asam fosfat 10% (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) sebanyak 1,5 L dengan cara direndam selama 24 jam (Nur, 2012). Serabut kelapa yang telah diaktivasi dimasukkan ke dalam drum (alat pembuatan arang) dan dibakar hingga menjadi arang aktif (Darmayanti *et al.*, 2012). Arang aktif serabut kelapa yang diperoleh didinginkan sampai suhu kamar dan dicuci dengan aquades hingga

netral. Arang aktif kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu  $105^{\circ}\text{C}$ . Arang aktif diayak dengan ayakan 100 *mesh*.

### 3.5.3 Standarisasi larutan Natrium Tiosulfat 0,1 N dengan larutan $\text{KBrO}_3$

$\text{KBrO}_3$  ditimbang secara analisis sebanyak 0,2797 gram.  $\text{KBrO}_3$  dilarutkan dengan aquades kemudian dimasukkan dalam labu ukur 100 mL dan ditepatkan sampai tanda batas. 35 mL larutan dipipet ke dalam Erlenmeyer 250 mL, dan ditambahkan 1 gram KI dan 3 mL  $\text{H}_2\text{SO}_4$  3M. Larutan dititrasasi dengan natrium tiosulfat yang akan distandarkan sampai warna kuning telah samar kemudian ditambahkan 1 mL larutan kanji sebagai indikator. Titrasi dilanjutkan sampai warna biru pada larutan hilang. Normalitas larutan natrium tiosulfat dapat ditentukan.

### 3.5.4 Karakterisasi arang dan arang aktif (Ramdja, 2008)

#### a. Uji kadar air

Arang serabut kelapa ditimbang seberat 1,0000 gram dan dimasukkan ke dalam kurs porselin yang telah dikeringkan dan diketahui beratnya. Kurs porselin yang telah berisi arang dimasukkan ke dalam oven pada suhu  $105^{\circ}\text{C}$  selama 1 jam, kemudian arang didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Perlakuan yang sama juga dilakukan untuk menguji kadar air arang aktif serabut kelapa.

#### b. Uji kadar abu

Arang serabut kelapa ditimbang seberat 1,0000 gram dan dimasukkan ke dalam kurs porselin yang telah diketahui beratnya. Kurs porselin yang telah berisi arang dimasukkan ke dalam furnace pada suhu

750°C selama 3 jam. Arang yang telah menjadi abu, didinginkan dalam desikator dan ditimbang hingga diperoleh bobot tetapnya. Perlakuan yang sama juga dilakukan untuk menguji kadar abu arang aktif serabut kelapa.

c. Uji daya adsorp terhadap iodium

Daya adsorp terhadap iodium ditentukan dengan titrasi iodimetri. Arang serabut kelapa sebanyak 0,5000 gram ditambahkan 25 mL larutan iodium 0,1 N dan dikocok selama 15 menit kemudian disaring. Larutan yang telah disaring kemudian ditepatkan ke volume semula dengan ditambahkan aquades hingga 25 ml. Larutan fitrat dikocok kemudian diambil sebanyak 5 mL dan ditrasi dengan natrium tiosulfat 0,0972 N. Jika warna kuning telah samar ditambahkan larutan kanji 1% sebagai indikator. Titrasi dilanjutkan kembali hingga warna biru hilang. Perlakuan yang sama juga dilakukan untuk menguji daya adsorp terhadap iod arang aktif serabut kelapa.

### 3.5.5 Pembuatan larutan standar

a. Pembuatan larutan baku Cr (VI) 1000 ppm, 500 mL

$K_2Cr_2O_7$  ditimbang dengan teliti sebanyak 1,4433 gram kemudian dilarutkan dalam asam nitrat ( $HNO_3$ ) 1%, sehingga volumenya menjadi 1 liter (Istri *et al.*, 2013).

b. Pembuatan Larutan Cr (VI) 200 ppm 500 mL

100 mL larutan baku standar 1000 ppm dipipet dan dimasukkan ke dalam labu takar 500 mL, kemudian ditepatkan hingga tanda batas dengan menggunakan larutan HNO<sub>3</sub> 1%.

c. Pembuatan Larutan Cr (VI) 100 ppm 100 mL

10 mL larutan baku standar 1000 ppm dipipet dan dimasukkan ke dalam labu takar 100 mL. Larutan ditepatkan hingga tanda batas dengan menggunakan larutan HNO<sub>3</sub> 1%.

### 3.5.6 Pembuatan kurva kalibrasi

Kurva kalibrasi dibuat dengan cara mengukur absorbansi dari konsentrasi larutan standar yaitu 0, 2, 3, 5, 10 dan 25 ppm, masing-masing sebanyak 100 mL. Larutan standar Cr (VI) 0, 2, 3, 4, 10 dan 25 ppm dibuat dengan cara 0,0; 2,0; 3,0; 5,0; 10,0 dan 25,0 mL larutan Cr (VI) 100 ppm dipipet dan dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL, kemudian diencerkan dengan HNO<sub>3</sub> 1% sampai tanda batas. Hasil yang diperoleh, dibuat grafik yang menunjukkan hubungan antara konsentrasi dan absorbansi pada panjang gelombang 357,9 nm.

### 3.5.7 Penentuan pH optimum adsorpsi

Erlenmeyer 50 mL sebanyak 5 buah, dimasukkan masing-masing 0,5000 g adsorben lalu ditambahkan 25,0 mL larutan Cr (VI) 200 ppm dengan pH larutan masing-masing 1, 3, 5, 7, dan 9. Campuran kemudian diaduk dengan *orbital shaker* selama 2 jam dengan kecepatan 150 rpm. Campuran disaring dan filtrat dikembalikan ke volume semula dengan penambahan aquades. Filtrat yang



diperoleh, diukur absorbansinya menggunakan SSA pada panjang gelombang 357,9 nm (Sudiarta *et al.*, 2011).

### **3.5.8 Penentuan waktu kontak optimum adsorpsi**

Erlenmeyer 50 mL sebanyak 5 buah, dimasukkan masing-masing 0,5000 g adsorben dan ditambahkan masing-masing 25,0 mL larutan Cr (VI) dengan konsentrasi 200 ppm dan pH optimum yang diperoleh. Campuran diaduk dengan *orbital shaker* dengan kecepatan 150 rpm selama masing-masing 10, 30, 60, 120 dan 150 menit. Campuran disaring dan filtratnya dikembalikan ke volume semula dan dianalisis. Konsentrasi akhir Cr (VI) dalam larutan ditentukan dengan mengukur absorbans filtrat menggunakan SSA pada panjang gelombang 357,9 nm (Sudiarta *et al.*, 2011).

### **3.5.9 Adsorpsi logam Cr (VI) menggunakan pH dan waktu kontak optimum**

Erlenmeyer 50 mL sebanyak 5 buah dimasukkan 0,5000 g adsorben dan ditambahkan masing-masing 25,0 mL larutan Cr (VI) dengan konsentrasi 200 ppm dan pH optimum yang diperoleh. Campuran diaduk dengan *orbital shaker* dengan kecepatan 150 rpm selama waktu optimum. Campuran disaring dan filtrat dikembalikan ke volume semula dengan penambahan aquades. Filtrat diambil untuk dianalisis. Konsentrasi akhir Cr (VI) dalam larutan ditentukan dengan mengukur absorbansi filtrat menggunakan SSA pada panjang gelombang 357,9 nm. Arang aktif yang telah mengikat logam kemudian digunakan untuk campuran pembuatan batako.

### 3.5.10 Pembuatan batako

Dalam pembuatan batako arang serabut kelapa, pasir dicampur dengan air dan diaduk hingga homogen. Campuran ditambahkan semen dalam suatu wadah plastik dengan perbandingan bagian semen : agregat : air = 1 : 2,75 : 0,5 (Siagian dan Agus, 2013). Campuran kemudian diaduk hingga merata menggunakan sendok semen. Adonan dituangkan dalam cetakan batako dan dikeringkan untuk proses pengerasan (*ageing*) (Khusna *et al.*, 2013). Agregat yang dimaksud adalah pasir dan limbah adsorben dengan perbandingan (2,70 : 0,05). Perawatan batako dilakukan dengan cara dilakukan penyimpanan selama 7 hari. Perawatan batako dimaksud agar proses pengerasan semen, pasir, arang berlangsung dengan sempurna (Koryando *et al.*, 2013). Pembuatan batako tanpa limbah arang aktif dibuat sebagai pembanding/kontrol.

### 3.5.11 Pelepasan logam pada batako

Satu buah batako direndam ke dalam 50 ml larutan pendesorpsi. Larutan yang digunakan untuk mendesorpsi logam antara lain 0,1 M HCl (pH : 1),  $1 \times 10^{-5}$  M HCl (pH : 5), aquades (pH : 7),  $1 \times 10^{-5}$  M NaOH (pH : 9) dan 0,1 M NaOH (pH : 13) (Wankasi *et al.*, 2005). Perendaman dilakukan selama 7 hari. Sebagai kontrol juga dilakukan perendaman batako tanpa penambahan arang aktif. Air rendaman kemudian disaring dan filtrat dikembalikan ke volume semula dengan penambahan aquades. Filtrat diukur dengan SSA pada panjang gelombang 357,9 nm.

## **BAB 5**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian tentang pemanfaatan arang aktif serabut kelapa yang mengimobilisasi krom (VI) sebagai bahan campuran pada pembuatan batako dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Arang serabut kelapa yang diaktivasi dengan  $H_3PO_4$  10% memiliki kualitas yang lebih baik daripada arang tanpa aktivasi. Arang aktif memiliki kadar air sebesar 4,57%, kadar abu sebesar 3,71% dan daya adsorp terhadap iod sebesar 414,9119 mg/g. Sedangkan pada arang memiliki kadar air sebesar 9,10%, kadar abu sebesar 4,28% dan daya adsorp terhadap iod sebesar 302,9929 mg/g.
2. pH optimum yang diperlukan arang aktif serabut kelapa untuk menurunkan kadar krom (VI) adalah pada pH 3 dengan daya adsorp sebesar 9,8440 mg/g.
3. Waktu setimbang yang diperlukan arang aktif serabut kelapa untuk menurunkan kadar krom (VI) adalah pada waktu 2,5 jam dengan daya adsorp sebesar 8,4662 mg/g.
4. pH larutan pendesorpsi tidak berpengaruh terhadap pelepasan krom (VI) yang diimobilisasikan dalam batako dengan konsentrasi krom (VI) yang terlepas untuk pH 1, 5, 7, 9 dan 13 tidak terdeteksi.

## 5.2 Saran

Untuk memperoleh pengetahuan yang lebih mendalam mengenai pemanfaatan arang aktif yang mengadsorpsi krom (VI), yang diimobilisasikan dalam batako perlu dilakukan penelitian lebih lanjut, sebagai berikut :

1. Pembuatan arang aktif serabut kelapa hendaknya digunakan konsentrasi aktivator yang lebih pekat untuk menghasilkan arang aktif yang memenuhi standar industri indonesia (SII No. 0258-88).
2. Arang aktif serabut kelapa yang telah digunakan untuk mengadsorpsi krom (VI) hendaknya diabukan terlebih dahulu sebelum diimobilisasikan pada batako. Krom oksida hasil pengabuan akan lebih aman bagi lingkungan dibandingkan dengan krom (VI).
3. Perendaman batako ke dalam larutan pendesorpsi hendaknya dilakukan pada waktu yang lebih lama agar pelepasan krom (VI) dapat teramati dengan jelas. Pemekatan larutan hasil desorpsi juga dapat dilakukan sebelum larutan dianalisis agar konsentrasi krom (VI) yang terlepas berada diatas LoD dan LoQ.
4. Batako yang dihasilkan hendaknya dikarakterisasi misalnya dengan menguji kuat tekan dan menguji konduktivitas termalnya untuk mengetahui kualitas batako yang dihasilkan,

## DAFTAR PUSTAKA

- Afrianita, R., Y. Dewilda dan M. Rahayu. 2013. Studi Penentuan Kondisi Optimum Fly Ash sebagai Adsorben dalam Menyisihkan Logam Berat Kromium (Cr). *Jurnal Teknik Lingkungan UNAND*, 10(2): 104-110.
- Akpmie, G.K., Abuh M.A., Ogbu C.I., Agulanna A.C. & Ekpe I.O. 2012. Adsorption of Cd(II) From Solution By Nsu Clay Kinetik and Thermodynamic Studies. *Journal of Emerging Trends in Engineering and Applied Sciences (JETEAS)*, 3(2): 254-258
- Alamsyah, Armada dan Razali. 2013. Studi Formulasi Campuran dan Metode Pemadatan Beton Ringan Arang Cangkang Sawit sebagai Bahan Batako. *Seminar Nasional Industri dan Teknologi*, 2(1): 24 – 32.
- Alfiany, H., S. Bahri, Nurakhirawati. 2013. Kajian Penggunaan Arang Aktif Tongkol Jagung sebagai Adsorben Logam Pb dengan Beberapa Aktivator Asam. *Jurnal Natural Science* 2(3): 75-86. ISSN: 2338-0950.
- Andreas, R., U. Sulaeman dan T. Setyaningtyas. 2008. Pemanfaatan Karbon Sabut Kelapa Terimpregnasi untuk Mengurangi Tembaga (II) dalam Medium Air. *Molekul*, 3(2): 91 – 97.
- Apsari, A. T. dan D. Fitriasti. 2010. *Studi Kinetika Penjerapan Ion Khromium dan Ion Tembaga Menggunakan Kitosan Produk dari Cangkang Kepiting*. Skripsi. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Asmadi, E.S. dan W. Oktavian. 2009. Pengurangan Chrom (Cr) dalam Limbah Cair Industri Kulit pada Proses Tannery Menggunakan Senyawa Alkali  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{NaOH}$  dan  $\text{NaHCO}_3$  (Studi Kasus PT. Trimulyo Kencana Mas Semarang). *JAI*, 5(1): 41-54
- Bakar, A., Armada dan Alamsyah. 2013. Pengaruh Penggunaan Pasir terhadap Kuat Tekan Batako Arang Cangkang Kelapa Sawit. *Seminar Nasional Industri dan Teknologi*, 2(1): 52 – 56.
- Billah, M. 2010. Kemampuan Batubara dalam Menurunkan Kadar Logam  $\text{Cr}^{2+}$  dan  $\text{Fe}^{2+}$  dalam Limbah Industri Baja. *Jurnal Teknik Kimia*, 10(1): 48-56.
- Budiarti, E. 2013. *Pengaruh Aktivasi Kimia dan Fisika pada pembuatan karbon aktif berbahan dasar tongkol jagung*. Skripsi. Depok: Universitas Indonesia.
- Danarto, Y.C. dan Samun T. 2008. Pengaruh Aktivasi Karbon dari Sekam Padi pada Proses Adsorpsi Logam Cr(VI). *Ekuilibrum*, 7(1): 13 – 16.

- Darmawan, S., G. Pari dan K. Sofyan. 2009. Optimasi Suhu dan Lama Aktivasi dengan Asam Phosfat dalam Produksi Arang Aktif Tempurung Kemiri. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Hutan*, 2(2): 51-56.
- Darmayanti, N. Rahman dan Supriadi. 2012. Adsorpsi Timbal (Pb) dan Zink (Zn) dari Larutannya Menggunakan Arang Hayati (Biocharcoal) Kulit Pisang Kepok Berdasarkan Variasi pH. *J. Akad. Kim.*, 1(4): 159-165.
- Diantariani, N.P., I.W. Sudiarta dan N.K. Elantiani. 2008. Proses Biosorpsi dan Desorpsi Ion Cr(VI) pada Biosorben Rumpun Laut *Eucheuma Spinosum*. *Jurnal Kimia*, 2(1): 45-52
- Diantariani, N.P. 2010. Peningkatan Potensi Batu Padas *Ladgestone* sebagai Adsorben Ion Logam Berat Cr(III) dalam Air melalui Aktivasi Asam dan Basa. *Jurnal Kimia*, 4(1): 91-100.
- Fitriyani. 2010. *Pengaruh Abu Cangkang Kelapa Sawit sebagai Bahan Tambahan pada Pembuatan Batako*. Skripsi. Departemen Fisika FMIPA: Universitas Sumatera Utara.
- Hartini, S., A.B. Wijaya, N. Widjojo, M. Susilowati dan G. Petriana. 2013. Pemanfaatan Serabut Kelapa Termodifikasi sebagai Bahan Pengisi Bantal dan Matras. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Pendidikan Sains VIII*, 4(1): 395-401.
- Hasrianti. 2012. *Adsorpsi Ion  $Cd^{2+}$  Dan  $Cr^{6+}$  pada Limbah Cair Menggunakan Kulit Singkong*. Tesis. Makassar: Universitas Hasanudin.
- Irmanto dan Suyata. 2010. Optimasi Penurunan Nilai BOD, COD dan TSS Limbah Cair Industri Tapioka Menggunakan Arang Aktif dari Ampas Kopi. *Molekul*, 5(1): 22-32
- Istri, A.A.A.S., I.E. Suprihatin, dan M. Manurung. 2013. Akumulasi Logam Kromium (Cr) dalam Sedimen, Akar dan Daun Mangrove *Avicennia marina* di Muara Sungai Badung. *Jurnal Kimia*, 7(2): 181-185.
- Khilya, A. 2014. *Optimasi Suhu pada Sintesis Arang Aktif Alang-Alang (*Imperata cylindrica*) dan Aplikasinya dalam Menurunkan Kadar  $Cd^{2+}$  pada Larutan*. Skripsi. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Khuriati A., E Komaruddin dan M. Nur. 2007. Disain Peredam Suara Berbahan Dasar Sabut Kelapa dan Pengukuran Koefisien Penyerapan Bunyinya. *Berkala Fisika*, 9(1) : 15-25.
- Khusna, H., W. Sunarto dan M. Alauhdin. 2013. Analisis Kandungan Kimia dan Pemanfaatan *Sludge* Industri Kertas sebagai Bahan Pembuatan Batako. *Indo. J. Chem. Sci.*, 2(2): 131-135. Tersedia di

<http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ijcs/article/view/1593/1645>  
[diakses 17-11-2014]

- Koleangan, H.S.J. dan A.D. Wuntu. 2008. Kajian Stabilitas Termal dan Karakter Kovalen Zat Pengaktif pada Arang Aktif Limbah Gergajian Kayu Meranti. *Chem. Prog*, 1(1): 43-46.
- Koryando, Armada dan Alamsyah. 2013. Pengaruh Perbedaan Formulasi terhadap Kuat Tekan Batako Arang Cangkang Kelapa Sawit. *Seminar Nasional Industri dan Teknologi*, 2(1): 57 – 62.
- Kurniawan, R., M. Lutfi, dan W. Agung. 2014. Karakterisasi Luas Permukaan Bet (Braunanear, Emmelt dan Teller) Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa dan Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Aktivasi Asam Fosfat ( $H_3PO_4$ ). *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*, 2(1): 15-20.
- Kusmiyati, P.A.L. dan K. Pratiwi. 2012. Pemanfaatan Karbon Aktif Arang Batubara (Kaab) Untuk Menurunkan Kadar Ion Logam Berat  $Cu^{2+}$  dan  $Ag^+$  pada Limbah Cair Industri. *Reaktor*, 14(1): 51-60.
- Linggo, JF.S. dan P.E. Purnamasari. 2007. Pengaruh Serat Serabut Kelapa sebagai Bahan Tambah Dengan Filler Serbuk Bentonit pada HRS-BASE dan HRS-WC. *Jurnal Teknik Sipil*, 7(3): 236 – 252.
- Mallisa, H. 2011. Studi Kelayakan Kualitas Batako Hasil Produksi Industri Kecil di Kota Palu. *Jurnal Penelitian Ilmu Teknik*, 10(1): 48-56.
- Mudjiran. 2002. *Kimia Analitik Dasar*. Jogjakarta: Universitas Gajah Mada.
- Munawar. 2010. Keseimbangan Sorpsi Ion Seng (II) pada Partikel Gambut. *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*, 9(3): 91-98.
- Nur, R. 2012. *Pemurnian Minyak Goreng Bekas Menggunakan Arang Aktif dari Sabut Kelapa*. Skripsi. Papua: Universitas Negeri Papua.
- Nurfitriyani, A., E. Wardhani dan M. Dirgawati. 2013. Penentuan Efisiensi penyisihan Kromium Heksavalen ( $Cr^{6+}$ ) dengan Adsorpsi menggunakan Tempurung Kelapa secara kontinyu. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 1(2): 1-12. Tersedia di <http://ejournal.itenas.ac.id/index.php/lingkungan/article/view/342/392> [diakses 12-12-2014].
- Pambayun, G.S., R.Y.E. Yulianto,, M. Rachimoellah dan E. M. M. Putri. 2013. Pembuatan Karbon Aktif dari Arang Tempurung Kelapa dengan Aktivator  $ZnCl_2$  dan  $Na_2CO_3$  sebagai Adsorben untuk Mengurangi Kadar Fenol dalam Air Limbah. *Jurnal Teknik Pomits*, 2(1): 116-120.

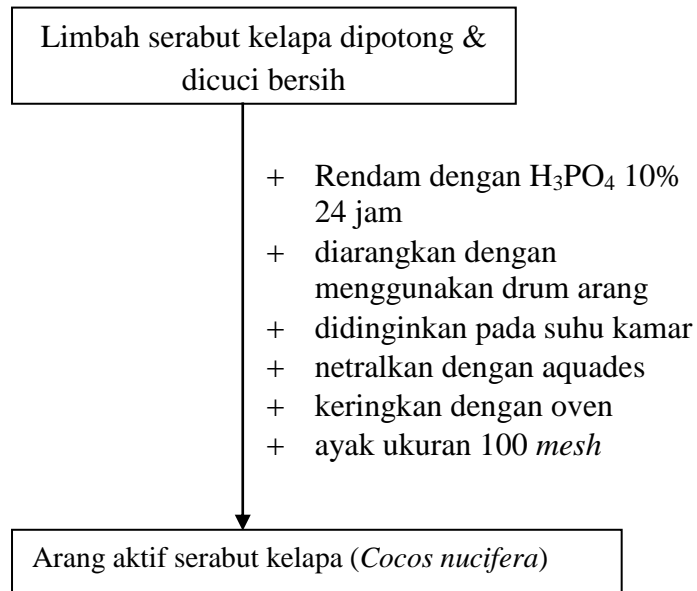
- Purwaningsih, D. 2009. Adsorpsi Multi Logam Ag(I), Pb(II), Cr(III), Cu(II) Dan Ni(II) pada Hibrida Etilendiamino-Silika dari Abu Sekam Padi. *Jurnal Penelitian Saintek*, 14(1): 59-76.
- Qing-zhu, L., C. Li-yuan & Z. Jing. 2008. Lead desorption from modified spent grain. *Trans. Nonferrous. Met. Soc China*, 19(2009) 1371-1376.
- Ramdja, A.F., M. Halim, J. Handi. 2008. Pembuatan Karbon Aktif dari Pelepah Kelapa (*Cocus nucifera*). *Jurnal Teknik Kimia*, 15(2): 1-8.
- Rashid, J., M.A. Barakat dan M.A. Alghamdi. 2012. Adsorption of Chromium (VI) from Wastewater by Anion Exchange Resin. *Journal of Advanced Catalysis Science and Technology*, 1(2): 26-34.
- Riapanitra, A. dan R. Andreas. 2010. Pemanfaatan Arang Batok Kelapa dan Tanah Humus Baturren untuk Menurunkan Kadar Logam Krom (Cr). *Jurnal Kimia*, 5(2): 66-74.
- Sa'adah, L. dan Suprpto. 2011. Desorpsi AuCN dari Karbon Aktif dengan Larutan Isopropanol. *Prosiding KIMIA FMIPA*. Surabaya: ITS.
- Saleh, A., M.M.D. Pakpahan, N. Angelina. 2009. Pengaruh Konsentrasi Pelarut, Temperatur dan Waktu Pemasakan pada Pembuatan Pulp dari Sabut Kelapa Muda. *Jurnal Teknik Kimia*, 16(3): 35-44.
- Siagian, H. dan A. Dermawan. 2011. Pengujian Sifat Mekanik Batako yang Dicampur Abu Terbang (*Fly Ash*). *Jurnal Sains Indonesia*, 35(1): 23 – 28.
- Sudiarta, I.W. dan D.A. Yulihastuti. 2010. Biosorpsi Kromium(VI) pada Serat Sabut Kelapa Hijau (*Cocos nucifera*). *Jurnal Kimia*, 4(2): 158-166.
- Sudiarta, I.W., N.P. Diantariani dan D. A. Yulihastuti. 2011. *Biosorpsi Cr(III) pada Biosorben Serat Sabut Kelapa Teraktivasi Amonium Hidroksida (NH<sub>4</sub>OH)*. The Excellence Research : UNIVERSITAS UDAYANA.
- Sukardati, S., S.D. Kholisoh, H. Prasetyo, W.P. Santoso, dan T. Mursini. 2010. Produksi Gula Reduksi dari Sabut Kelapa Menggunakan Jamur *Trichoderma reesei*. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"*, 1-7.
- Supriyanto, C. dan Muzakky. 2009. Proses Desorpsi Logam Berat pada Sedimen Sungai Daerah Muria dengan Pelarut Asam. *J. Iptek Nuklir Ganendra*, 13(1): 11-18.
- Susanti, T. 2009. *Studi Biosorpsi Ion Logam Cr ((VI) oleh Biomassa Alga Hijau yang Diimobilisasi pada Kalsium Alginat* .Skripsi. Depok: Universitas Insonesia



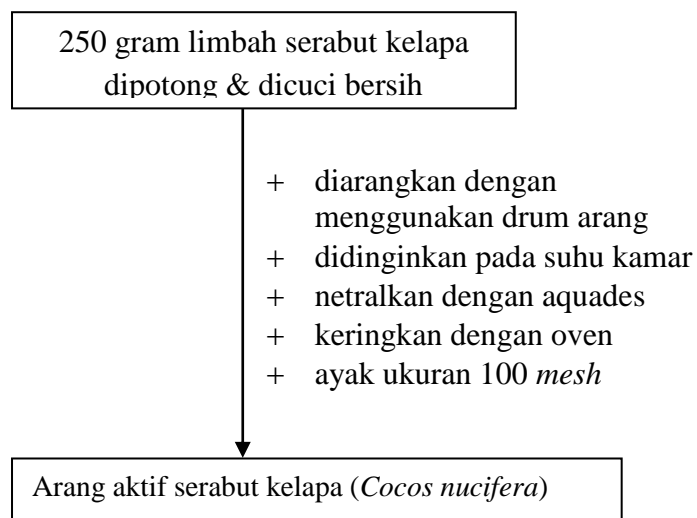
- Utomo, M.P. 2008. *Efek Logam Berat terhadap Sifat Semen pada Proses Solidifikasi/Stabilisasi Limbah Berbahaya*. Yogyakarta: Seminar Nasional Kimia.
- Wankasi, Horsfall & Spiff, A. I.2. 2005. Desorption of  $Pb^{2+}$  and  $Cu^{2+}$  from Nipa Palm (*Nypa fruticans* Wurmb) Biomass. *African Journal of Biotechnology*, 4(9): 923-927.
- Widihati, I.A.G. 2008. Adsorpsi Anion Cr(VI) oleh Batu Pasir Teraktivasi Asam dan Tersalut  $Fe_2O_3$ . *Jurnal Kimia*, 2(1): 25-30.
- Widihati, I.A.G., D.A. Suastuti, dan M.A.Y. Nirmalasari. 2012. Studi Kinetika Adsorpsi Larutan Ion Logam Kromium (Cr) Menggunakan Arang Batang Pisang (*Musa paradisiaca*). *Jurnal Kimia*, 6(1): 8-16.
- Widodo, D.S. dan R.A. Lusiana. 2010. *Kimia Analisis Kuantitatif: dasar penguasaan aspek eksperimental*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Wirawan, T. dan S. Lestari. 2009. *Pemanfaatan Arang Aktif dari Tempurung Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) yang Termodifikasi untuk Adsorpsi Logam Berat dari Limbah Cair*. Seminar Kimia Nasional “Peran Kimia dalam Pembangunan Agro-Industri dan Energi”.
- Yustinah dan Hartini. 2011. *Adsorpsi Minyak Goreng Bekas Menggunakan Arang Aktif dari Sabut Kelapa*. Yogyakarta : Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan”.
- Yusuf, M.A. dan S. Tjahjani. 2013. Adsorpsi Ion Cr(VI) oleh Arang Aktif Sekam Padi. *UNESA Journal of Chemistry*, 2(1): 84-88.
- Zahroh, F. 2010. *Kajian Kesetimbangan Adsorpsi Cr(VI) Pada Biomassa Kangkung Air (*Ipomoea aquatica* FORSK)*. Skripsi. Malang: Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim.

### Lampiran 1. Diagram Alir Penelitian

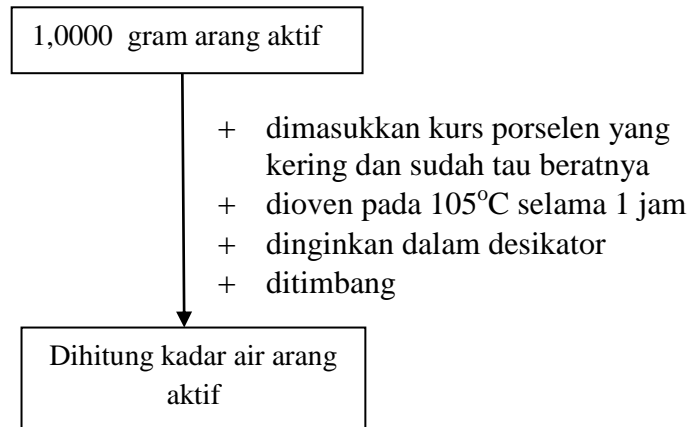
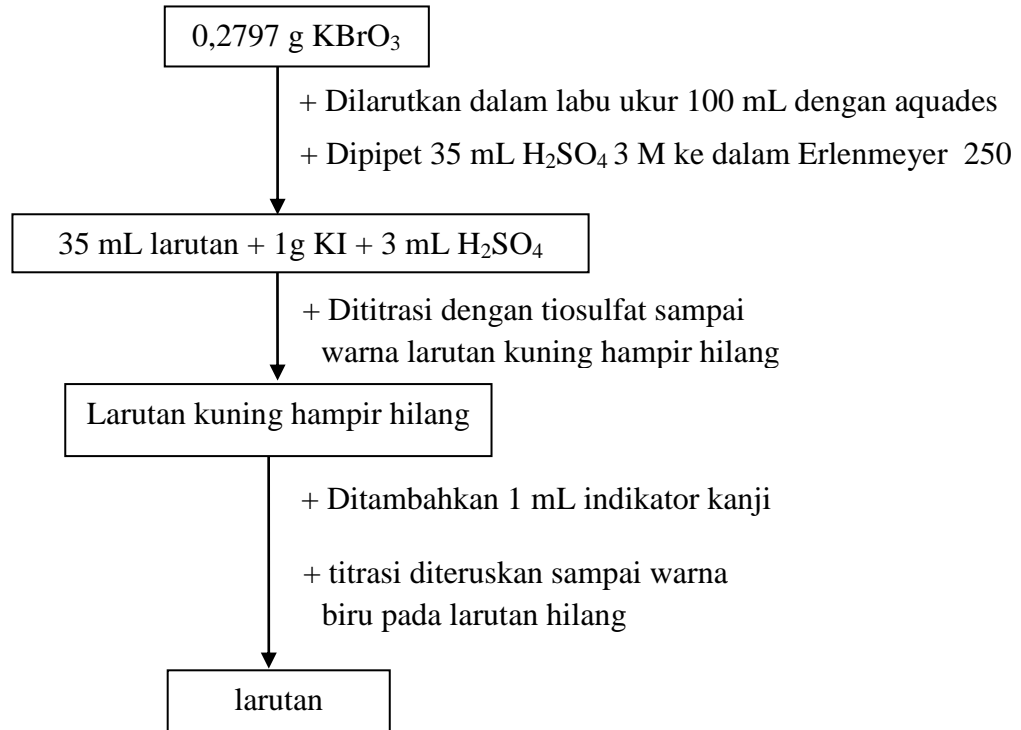
#### a. Pembuatan arang aktif serabut kelapa



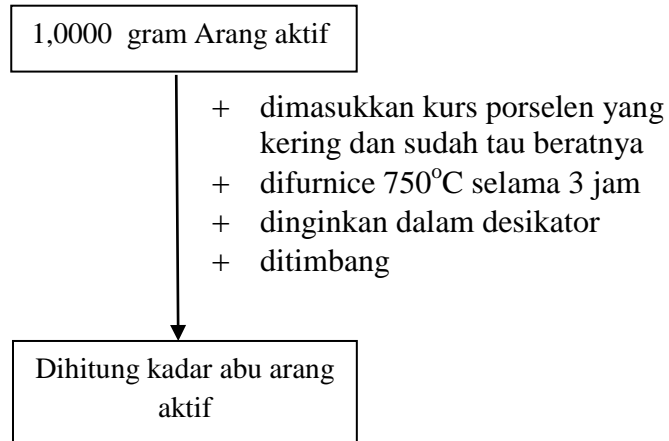
#### b. Pembuatan arang serabut kelapa



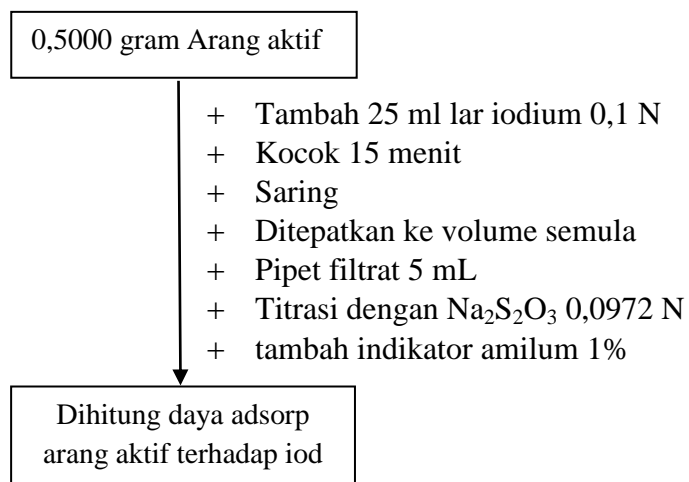
## c. Penentuan kadar air

d. Standarisasi  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  0,1 N

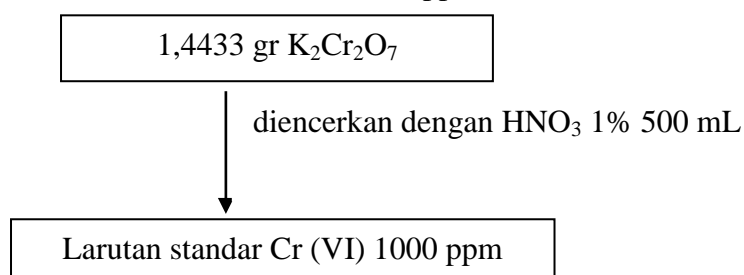
## e. Penentuan kadar abu



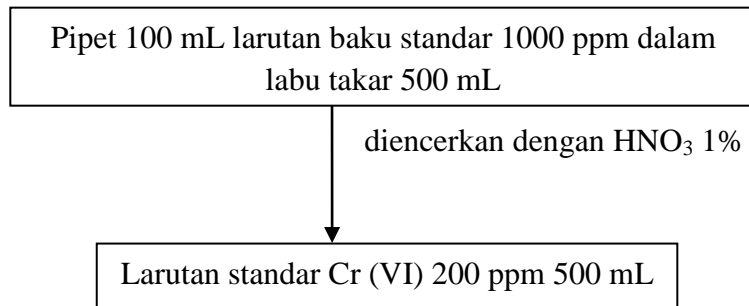
## f. Penentuan daya adsorp terhadap Iod



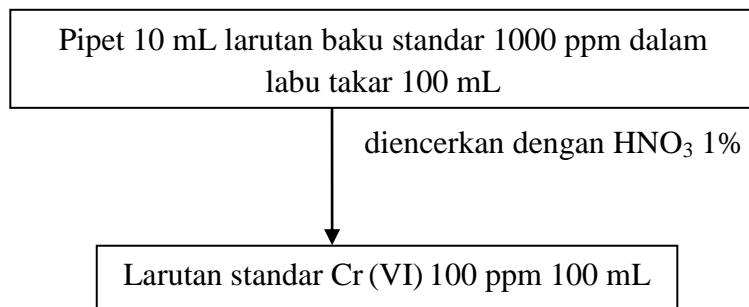
## g. Pembuatan Larutan Standar Cr (VI)1000 ppm



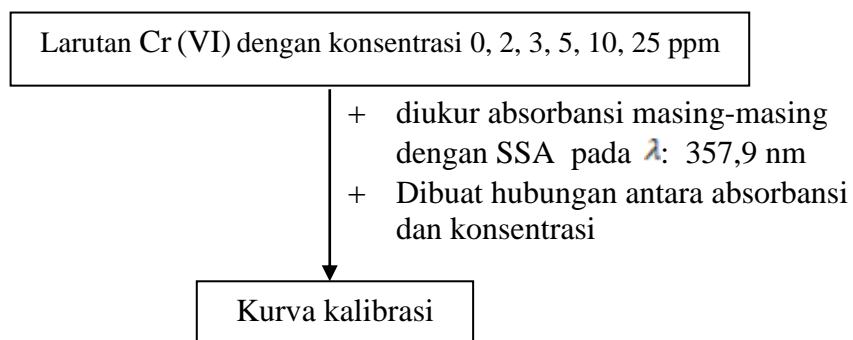
- h. Pembuatan Larutan Baku Standar Cr (VI) 200 ppm, 500 mL



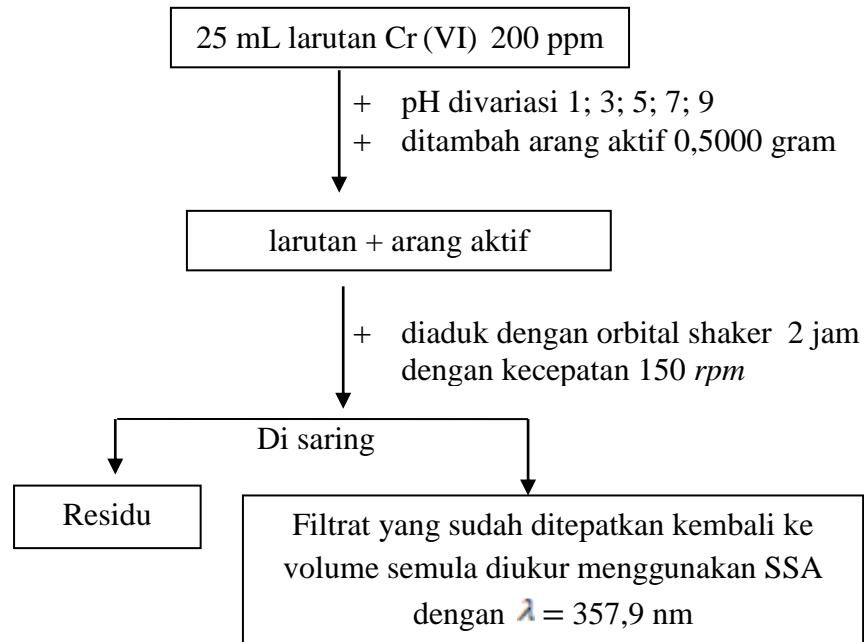
- i. Pembuatan Larutan Baku Standar Cr (VI) 100 ppm, 100 mL



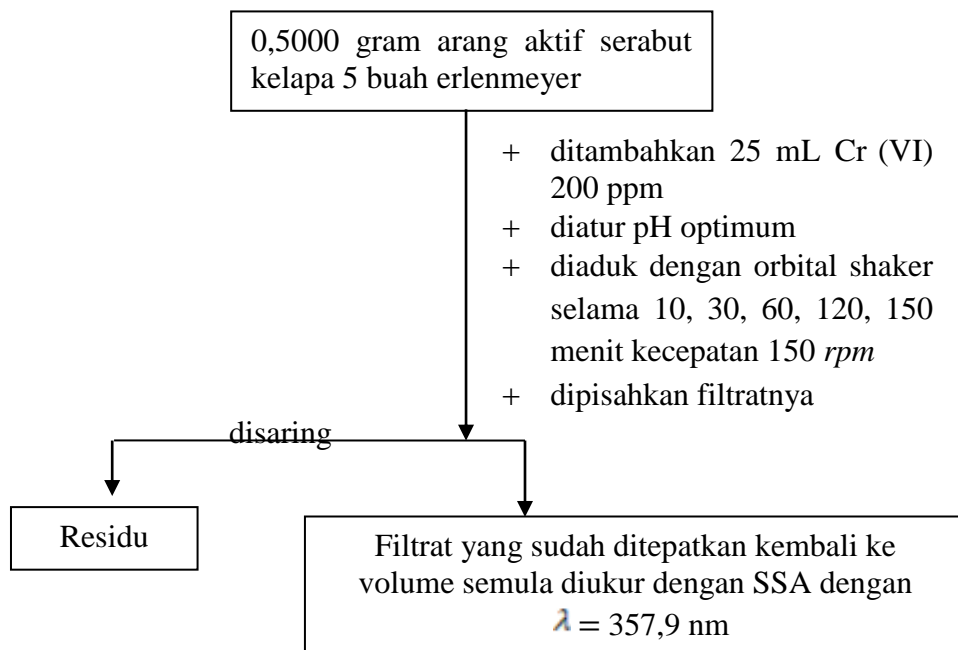
- j. Pembuatan Kurva Kalibrasi



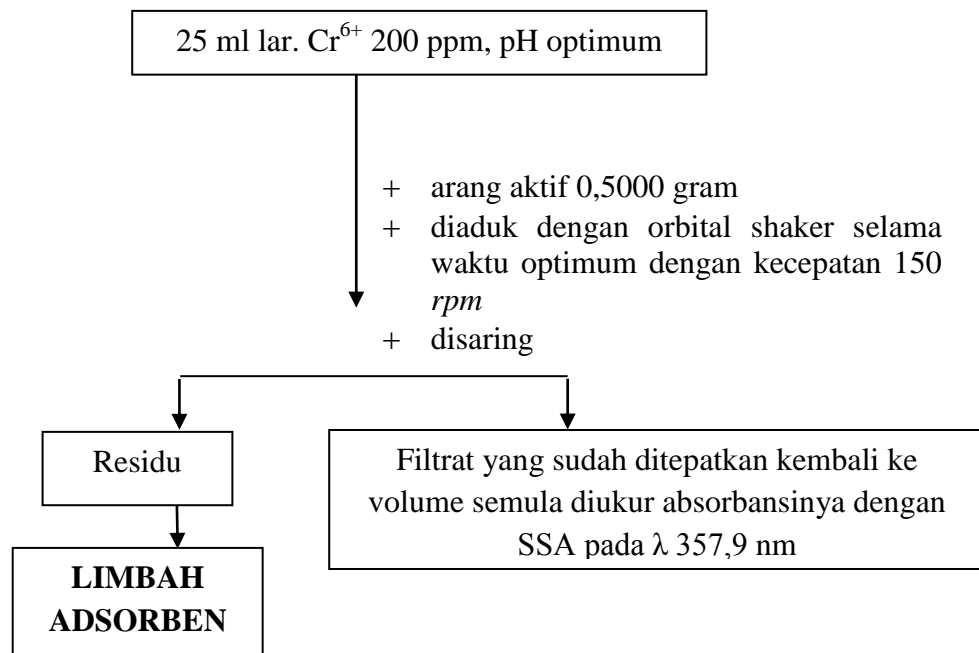
## k. Penentuan pH Optimum



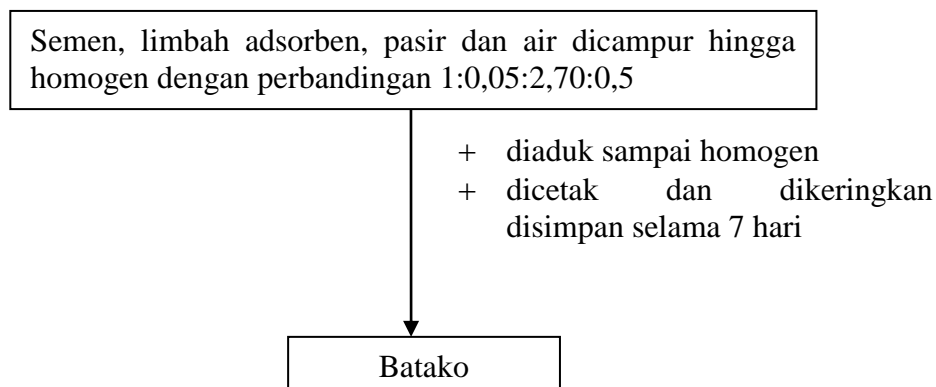
## l. Penentuan Waktu Kontak Optimum



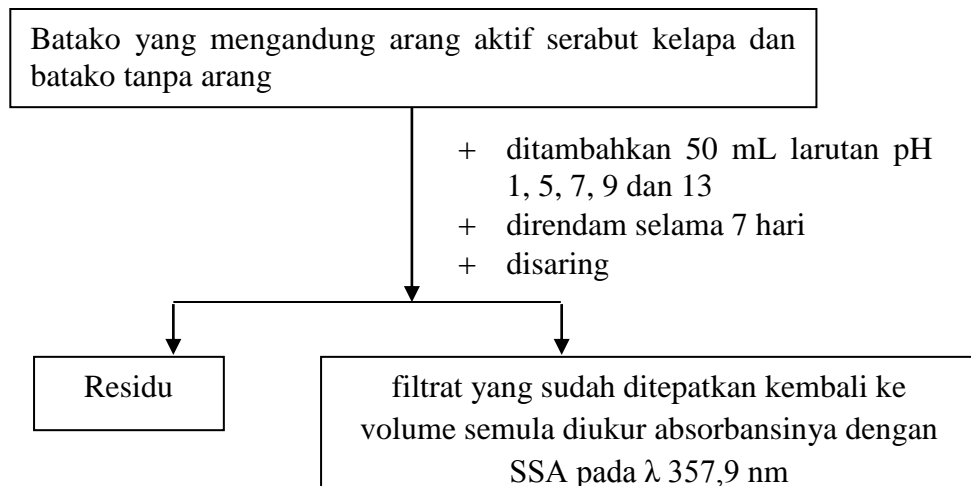
- m. Adsorpsi logam Cr(VI) menggunakan pH dan waktu kontak optimum



- n. Pembuatan batako



- o. Desorpsi batako



## Lampiran 2. Cara Pembuatan Larutan dan Cara Perhitungannya

### 1. Cara Pembuatan Larutan

a. 1000 mL  $\text{H}_3\text{PO}_4$  10%

Masukkan  $\text{H}_3\text{PO}_4$  p.a (85%) sebanyak 117,65 mL ke dalam labu ukur 1 liter. Tambahkan dengan aquades hingga tanda batas.

b. 50 mL  $\text{H}_2\text{SO}_4$  3 M

Masukkan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  p.a (96,1%) sebanyak 8,3 mL ke dalam labu ukur 50 mL. Tambahkan dengan aquades hingga tanda batas.

c. 100 mL  $\text{KBrO}_3$  0,1 N

Larutkan 0,2797 gram kristal garam natrium tiosulfat dalam aquades yang telah mendidih. Kemudian diencerkan ke dalam labu takar 100 mL hingga tanda batas.

d. 50 mL larutan iodin 0,1 N

Larutkan 10 gr kalium iodida bebas iodat dalam 30-40  $\text{cm}^3$  air dalam sebuah labu volumetri 500 mL yang bersumbat kaca. Timbang 6,3579 gram iod dan masukkan kedalam larutan kalium iodida pekat. Sisipkan sumbat kaca kedalam labu dan kocok dalam keadaan dingin sampai semua iod telah melarut. Biarkan larutan mencapai temperatur kamar dan encerkan sampai ke garis batas dengan aquades.

e. 1000 mL Larutan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  0,1 N

Larutkan 24,9457 gram kristal garam natrium tiosulfat dalam aquades yang telah mendidih. Kemudian diencerkan ke dalam labu takar 1,0 liter hingga tanda batas.



- f. 100 mL Amilum 1%

Larutkan 1 gram amilum dalam kemudian masukkan ke dalam labu takar 100 mL dan tambahkan aquades hingga tanda batas. Panaskan hingga larutan bening.

- g. 1000 mL Larutan  $\text{HNO}_3$  1%

Masukkan  $\text{HNO}_3$  p.a (65%) sebanyak 15,4 mL ke dalam labu ukur 1 liter. Tambahkan dengan aquades hingga tanda batas.

- h. 500 mL Larutan standar Cr(VI) 1000 ppm

Larutan induk Cr (VI) 1000 ppm dibuat dengan menimbang teliti  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  sebanyak 1,4433 gram, kemudian melarutkannya dalam asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ) 1% sehingga volumenya menjadi 500 mL.

- i. 500 mL Larutan baku standar Cr(VI) 200 ppm

Pipet 100 mL larutan baku standar 1000 ppm ke dalam labu takar 500 mL, tepatkan hingga tanda batas dengan menggunakan larutan  $\text{HNO}_3$  1%.

- j. 100 mL Larutan baku standar Cr(VI) 100 ppm

Pipet 10 mL larutan baku standar 1000 ppm ke dalam labu takar 100 mL, tepatkan hingga tanda batas dengan menggunakan larutan  $\text{HNO}_3$  1%.

- k. 100 mL Larutan standar dengan konsentrasi 0, 2, 3, 4, 10 dan 25 ppm

Larutan standar Cr 0, 2, 3, 4, 10 dan 25 ppm dibuat dengan cara memipet 0,0; 2,0; 3,0; 5,0; 10,0 dan 25,0 mL larutan Cr 100 ppm ke dalam labu ukur 100 mL, kemudian mengencerkannya dengan  $\text{HNO}_3$  1% sampai tanda batas.

- l. 500 mL HCl 0,1 M (pH : 1)

Masukkan sebanyak 4,14 mL HCl p.a ke dalam labu ukur 500 mL dan diencerkan menggunakan aquades hingga tanda batas.

- m. 1000 mL HCl  $1 \times 10^{-5}$  M (pH : 5)

Masukkan sebanyak 1 mL HCl 0,1 M kedalam labu ukur 10 mL dan diencerkan menggunakan aquades hingga tanda batas. Konsentrasi HCl menjadi  $10^{-2}$  M. Kemudian masukkan sebanyak 1 mL HCl  $10^{-2}$  M kedalam labu takar 1000 mL. Encerkan dengan aquades hingga tanda batas.

- n. 1000 mL NaOH  $1 \times 10^{-5}$  M (pH : 9)

Masukkan sebanyak 1 mL NaOH 0,1 M kedalam labu ukur 10 mL dan diencerkan menggunakan aquades hingga tanda batas. Konsentrasi HCl menjadi  $10^{-2}$  M. Kemudian masukkan sebanyak 1 mL NaOH  $10^{-2}$  M kedalam labu takar 1000 mL. Encerkan dengan aquades hingga tanda batas.

- o. 500 mL NaOH 0,1 M (pH : 13)

Larutkan sebanyak 2,0202 gram NaOH kedalam 500 mL aquades. Kocok hingga terlarut sempurna.

## 2. Cara Perhitungan

- a. 1000 mL H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 10%

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

$$10\% \times 1000 = 85\% \times V_2$$

$$V_2 = 117,65 \text{ mL}$$

b. 50 mL H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 3 M

$$M = \frac{10 \times \rho \times k}{Mr}$$

$$= \frac{10 \times 1,84 \times 96,1}{98,07}$$

$$M = 18,03 \text{ M}$$

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

$$3 \times 50 = 18,03 \times V_2$$

$$V_2 = 8,3 \text{ mL}$$

c. 100 mL KBrO<sub>3</sub> 0,1 N

$$M = \frac{N}{val}$$

$$= \frac{0,1}{6}$$

$$M = \frac{gr}{Mr} \times \frac{1000}{volume}$$

$$\frac{0,1}{6} = \frac{gr}{167,011} \times \frac{1000}{100}$$

$$gr = 0,2784 \text{ gram}$$

$$massa_1 \times kadar_1 = massa_2 \times kadar_2$$

$$0,2784 \times 100\% = massa_2 \times 99,5\%$$

$$massa_2 = 0,2797 \text{ gram}$$

d. 500 mL larutan iodine 0,1 N

$$M = \frac{N}{val}$$

$$= \frac{0,1}{2}$$

$$M = \frac{gr}{Mr} \times \frac{1000}{volume}$$

$$\frac{0,1}{2} = \frac{gr}{253,81} \times \frac{1000}{500}$$

$$gr = 6,3452 \text{ gram}$$

$$massa_1 \times kadar_1 = massa_2 \times kadar_2$$

$$6,3452 \times 100\% = massa_2 \times 99,8\%$$

$$massa_2 = 6,3579 \text{ gram}$$

e. 1000 mL Larutan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  0,1 N

$$M = \frac{N}{val}$$

$$= \frac{0,1}{1}$$

$$M = \frac{gr}{Mr} \times \frac{1000}{volume}$$

$$\frac{0,1}{1} = \frac{gr}{248,21} \times \frac{1000}{1000}$$

$$gr = 24,821 \text{ gram}$$

$$massa_1 \times kadar_1 = massa_2 \times kadar_2$$

$$6,3452 \times 100\% = massa_2 \times 99,5\%$$

$$massa_2 = 24,9457 \text{ gram}$$

f. 100 mL Amilum 1%

$$1\% = \frac{mg}{100 \text{ mL}}$$

$$0,01 = \frac{mg}{100 \text{ mL}}$$

$$mg = 1 \text{ mgram}$$

g. 1000 mL Larutan HNO<sub>3</sub> 1%

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

$$65 \% \times 1000 = 85\% \times V_2$$

$$V_2 = 117,65 \text{ mL}$$

h. 500 mL Larutan standar Cr<sup>6+</sup> 1000 ppm

$$1000 \text{ ppm} = \frac{\text{massa}}{0,5 \text{ L}}$$

$$1000 \frac{\text{mg}}{\text{L}} = \frac{\text{massa}}{0,5 \text{ L}}$$

$$\text{massa} = 500 \text{ mg} \text{ (0,5 gram)}$$

$$\text{massa K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 = \frac{\text{Mr}_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}}{2 \text{ Ar Cr}} \times \text{massa Cr}$$

$$= \frac{294,1918}{103,992} \times 0,5$$

$$= 1,4145 \text{ gram}$$

$$\text{massa}_1 \times \text{kadar}_1 = \text{massa}_2 \times \text{kadar}_2$$

$$1,4145 \times 100\% = \text{massa}_2 \times 98 \%$$

$$\text{massa}_2 = 1,4433 \text{ gram}$$

i. 500 mL Larutan baku standar Cr<sup>6+</sup> 200 ppm

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

$$200 \times 500 = 1000 \times V_2$$

$$V_2 = 100 \text{ mL}$$

j. 100 mL Larutan baku standar Cr<sup>6+</sup> 100 ppm

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

$$100 \times 100 = 1000 \times V_2$$

$$V_2 = 10 \text{ mL}$$

k. 100 mL Larutan standar dengan konsentrasi 0, 2, 3, 4, 10 dan 25 ppm

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

$$0 \times 100 = 100 \times V_2$$

$$V_2 = 0 \text{ mL}$$

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

$$2 \times 100 = 100 \times V_2$$

$$V_2 = 2 \text{ mL}$$

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

$$3 \times 100 = 100 \times V_2$$

$$V_2 = 3 \text{ mL}$$

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

$$5 \times 100 = 100 \times V_2$$

$$V_2 = 5 \text{ mL}$$

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

$$10 \times 100 = 100 \times V_2$$

$$V_2 = 10 \text{ mL}$$

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

$$25 \times 100 = 100 \times V_2$$

$$V_2 = 25 \text{ mL}$$

l. 500 mL HCl 0,1 M (pH : 1)

$$M = \frac{10 \times \rho \times k}{Mr}$$

$$= \frac{10 \times 1,19 \times 37}{36,453}$$

$$M = 12,078 \text{ M}$$

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

$$0,1 \times 500 = 12,078 \times V_2$$

$$V_2 = 4,14 \text{ mL}$$

m. 1000 mL HCl  $1 \times 10^{-5}$  M (pH : 5)

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

$$10^{-2} \times 10 = 10^{-1} \times V_2$$

$$V_2 = 1 \text{ mL}$$

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

$$10^{-5} \times 1000 = 10^{-2} \times V_2$$

$$V_2 = 1 \text{ mL}$$

n. 500 mL NaOH  $1 \times 10^{-5}$  M (pH : 9)

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

$$10^{-2} \times 10 = 10^{-1} \times V_2$$

$$V_2 = 1 \text{ mL}$$

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

$$10^{-5} \times 1000 = 10^{-2} \times V_2$$

$$V_2 = 1 \text{ mL}$$

o. 500 mL NaOH 0,1 M (pH : 13)

$$M = \frac{gr}{Mr} \times \frac{1000}{volumen}$$

$$0,1 = \frac{gr}{40} \times \frac{1000}{500}$$

$$gr = 2 \text{ gram}$$

$$massa_1 \times kadar_1 = massa_2 \times kadar_2$$

$$2 \times 100\% = massa_2 \times 99\%$$

$$massa_2 = 2,0202 \text{ gram}$$



### Lampiran 3. Hasil Standarisasi Larutan Natrium Tiosulfat

Volume KBrO <sub>3</sub> (mL)	Volume Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (mL)
35	36,00
35	37,00
35	36,00

Titration dilakukan menggunakan KBrO<sub>3</sub> 0,1 N. Hasil titration yang pertama dan kedua diperoleh perbedaan volume yang cukup besar sehingga dilakukan titration yang ketiga. Hasil titration pertama dan ketiga telah sama. Oleh karena itu, volume Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang dipakai pada data pertama dan ketiga sebesar 36,00 mL.

$$V \text{ KBrO}_3 \times N \text{ KBrO}_3 = V \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times N \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$$

$$0,1 \times 35 = 36 \times N \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$$

$$N \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = 0,0972 \text{ N}$$

$$M \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = 0,0972 \text{ M}$$

#### Lampiran 4. Hasil Karakterisasi Arang dan Arang Aktif Serabut Kelapa

##### 1. Kadar air

Sampel	Massa cawan (g)	Massa cawan + sampel (g)	Massa setelah dioven (g)	Kadar air (%)	Rata-rata kadar air (%)
Arang 1	32,1470	33,1470	33,0567	9,0300	9,0950
Arang 2	31,9769	32,9769	32,8853	9,1600	
Arang aktif 1	20,9689	21,9693	21,9232	4,6082	4,5734
Arang aktif 2	20,6118	21,6121	21,5667	4,5386	

➤ Contoh perhitungan kadar air pada sampel arang 1

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar air (\%)} &= \frac{\text{massa cawan+sampel} - \text{massa setelah di oven}}{\text{massa cawan+sampel} - \text{massa cawan}} \times 100 \% \\
 &= \frac{33,1470 - 33,0567}{33,1470 - 32,1470} \times 100 \% \\
 &= 9,0300 \%
 \end{aligned}$$

➤ Contoh perhitungan kadar air rata-rata pada sampel arang

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar air rata-rata (\%)} &= \frac{\text{kadar air arang 1} + \text{kadar air arang 2}}{2} \\
 &= \frac{9,0300 + 9,1600}{2} \\
 &= 9,0950 \%
 \end{aligned}$$

## 2. Kadar abu

Sampel	Massa cawan (g)	Massa cawan + sampel (g)	Massa setelah dioven (g)	Kadar abu (%)	Rata-rata kadar air (%)
Arang 1	14,1523	15,1523	14,1944	4,2100	4,2750
Arang 2	11,0260	12,026	11,0694	4,3400	
Arang aktif 1	20,7124	21,7125	20,7489	3,6496	3,7146
Arang aktif 2	28,8272	29,8273	28,8650	3,7796	

## ➤ Contoh perhitungan kadar abu pada sampel arang 1

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar abu (\%)} &= \frac{\text{massa setelah dioven} - \text{massa cawan}}{\text{massa cawan+sampel} - \text{massa cawan}} \times 100 \% \\
 &= \frac{14,1944 - 14,1523}{15,1523 - 14,1523} \times 100 \% \\
 &= 4,2100 \%
 \end{aligned}$$

## ➤ Contoh perhitungan kadar abu rata-rata pada sampel arang

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar abu rata-rata (\%)} &= \frac{\text{kadar abu arang 1} + \text{kadar abu arang 2}}{2} \\
 &= \frac{4,2100 + 4,3400}{2} \\
 &= 4,2750 \%
 \end{aligned}$$

## 3. Daya adsorp terhadap iod

Sampel	Massa (g)	Volume $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (mL)	Kadar iod (mg/g)	Rata-rata kadar iod (mg/g)
Arang 1	0,5005	2,65	307,3358	302,9929
Arang 2	0,5006	2,72	298,6501	
Arang aktif 1	0,5008	1,75	417,9908	414,9119
Arang aktif 2	0,5008	1,80	411,8331	

- Contoh perhitungan kadar iod pada sampel arang 1

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar iod (mg/g)} &= \frac{(V_{I_2} N_{I_2} - V_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} N_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}) \times 126,95 \times 5}{w} \\
 &= \frac{(5 \times 0,1 - 2,65 \times 0,0972)}{0,5005} \times 126,95 \times 5 \\
 &= 307,3358 \text{ mg/g}
 \end{aligned}$$

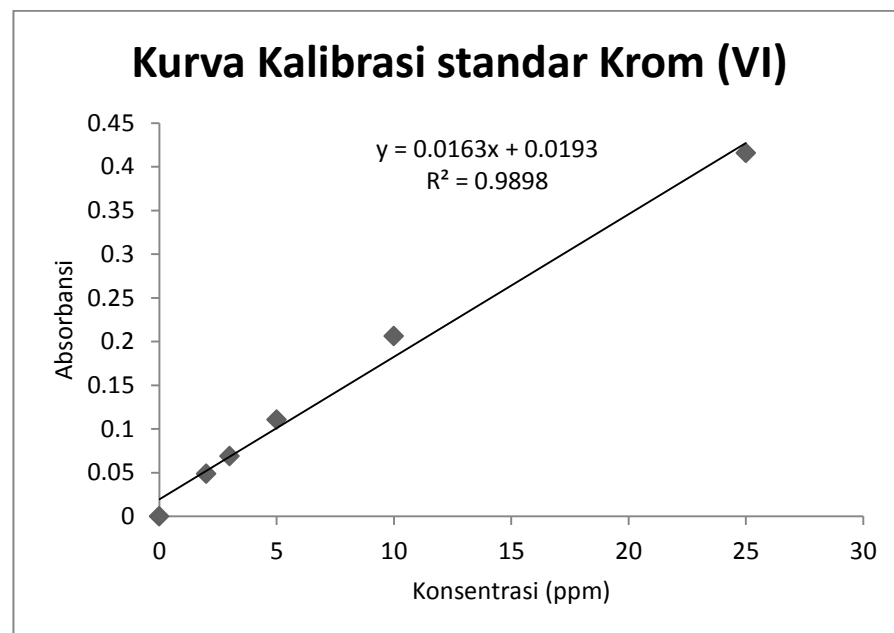
- Contoh perhitungan kadar iod rata-rata pada sampel arang

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar abu rata-rata (mg/g)} &= \frac{\text{kadar iod arang 1} + \text{kadar iod arang 2}}{2} \\
 &= \frac{307,3358 + 298,6501}{2} \\
 &= 302,9929 \text{ mg/g}
 \end{aligned}$$

**Lampiran 5. Hasil Perhitungan Konsentrasi dari Absorbansi yang Diperoleh**

1. Hasil perhitungan konsentrasi pada pengujian variasi pH
  - a. Kurva standar kalibrasi

<b>Konsentrasi (ppm)</b>	<b>Absorbansi</b>
0	0
2	0,0484
3	0,0688
5	0,1105
10	0,2062
25	0,4158



- b. Hasil absorbansi dan contoh perhitungan konsentrasi krom (VI) variasi pH

pH adsorpsi	Absorbansi		Konsentrasi	
	sebelum adsorpsi	setelah adsorpsi	sebelum adsorpsi (ppm)	setelah adsorpsi (ppm)
1	0,3390	0,4481	196,1350	26,3067
3	0,3495	0,1096	202,5767	5,5399
5	0,3195	0,2206	184,1718	12,3497
7	0,3151	0,3730	181,4724	21,6994

- Contoh perhitungan konsentrasi krom (VI) sebelum adsorpsi (ppm)

pada pH 1

$$Y = 0,0163X + 0,0193$$

$$0,3390 = 0,0163X + 0,0193$$

$$0,0163X = 0,3390 - 0,0193$$

$$X = 19,61350 \text{ ppm}$$

Dilakukan pengenceran sebanyak 10x, sehingga

$$X = 19,61350 \times 10$$

$$= 196,1350 \times 10$$

$$= 196,1350 \text{ ppm}$$

- Contoh perhitungan konsentrasi krom (VI) setelah adsorpsi (ppm)

pada pH 1

$$Y = 0,0163X + 0,0193$$

$$0,4481 = 0,0163X + 0,0193$$

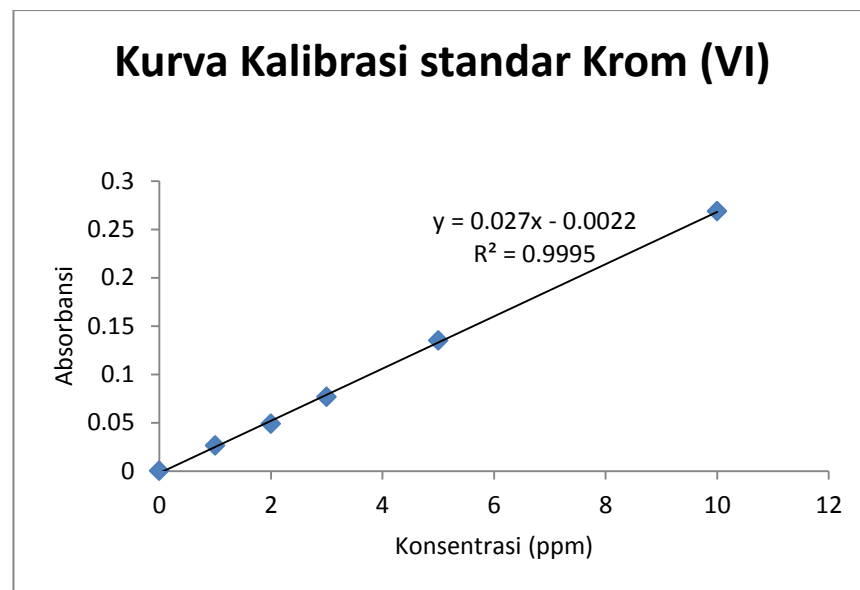
$$0,0163X = 0,4481 - 0,0193$$

$$X = 26,3067 \text{ ppm}$$

## 2. Hasil perhitungan konsentrasi pada pengujian pH 9 dan variasi waktu kontak

## a. Kurva standar kalibrasi

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
0	0
1	0,0261
2	0,0488
3	0,0765
5	0,1349
10	0,2686



## b. Hasil absorbansi dan contoh perhitungan konsentrasi krom (VI) pH 9

pH adsorpsi	Absorbansi		Konsentrasi	
	sebelum adsorpsi	setelah adsorpsi	sebelum adsorpsi (ppm)	setelah adsorpsi (ppm)
9	0,4369	0,5217	162,6296	19,4037

- Contoh perhitungan konsentrasi krom (VI) sebelum adsorpsi (ppm)

pada pH 9

$$Y = 0,027X - 0,0022$$

$$0,4369 = 0,027X - 0,0022$$

$$0,027X = 0,4369 + 0,0022$$

$$X = 16,26296 \text{ ppm}$$

Dilakukan pengenceran sebanyak 10x, sehingga

$$X = 16,26296 \times \text{FP}$$

$$= 16,26296 \times 10$$

$$= 162,6296 \text{ ppm}$$

- Contoh perhitungan konsentrasi krom (VI) setelah adsorpsi (ppm)

pada pH 9

$$Y = 0,027X - 0,0022$$

$$0,5217 = 0,027X - 0,0022$$

$$0,027X = 0,5217 + 0,0022$$

$$X = 19,4037 \text{ ppm}$$

- c. Hasil absorbansi dan contoh perhitungan konsentrasi krom (VI) variasi

waktu kontak

Waktu Kontak (menit)	Absorbansi		Konsentrasi	
	sebelum adsorpsi	setelah adsorpsi	sebelum adsorpsi (ppm)	setelah adsorpsi (ppm)
10	0,4755	0,6976	176,9259	25,9185
30	0,4755	0,5935	176,9259	22,0630
60	0,4755	0,5083	176,9259	18,9074
120	0,4755	0,2853	176,9259	10,6481
150	0,4755	0,2003	176,9259	7,5000



- Contoh perhitungan konsentrasi krom (VI) sebelum adsorpsi (ppm)

pada waktu kontak 10 menit

$$Y = 0,027X - 0,0022$$

$$0,4755 = 0,027X - 0,0022$$

$$0,027X = 0,4755 + 0,0022$$

$$X = 17,69259 \text{ ppm}$$

Dilakukan pengenceran sebanyak 10x, sehingga

$$X = 17,69259 \times 10$$

$$= 176,9259 \times 10$$

$$= 1769,259 \text{ ppm}$$

Larutan dengan konsentrasi 176,9529 digunakan sebagai larutan yang akan diadsorpsi pada semua variasi selanjutnya.

- Contoh perhitungan konsentrasi krom (VI) setelah adsorpsi (ppm)

pada waktu kontak 10 menit

$$Y = 0,027X - 0,0022$$

$$0,6976 = 0,027X - 0,0022$$

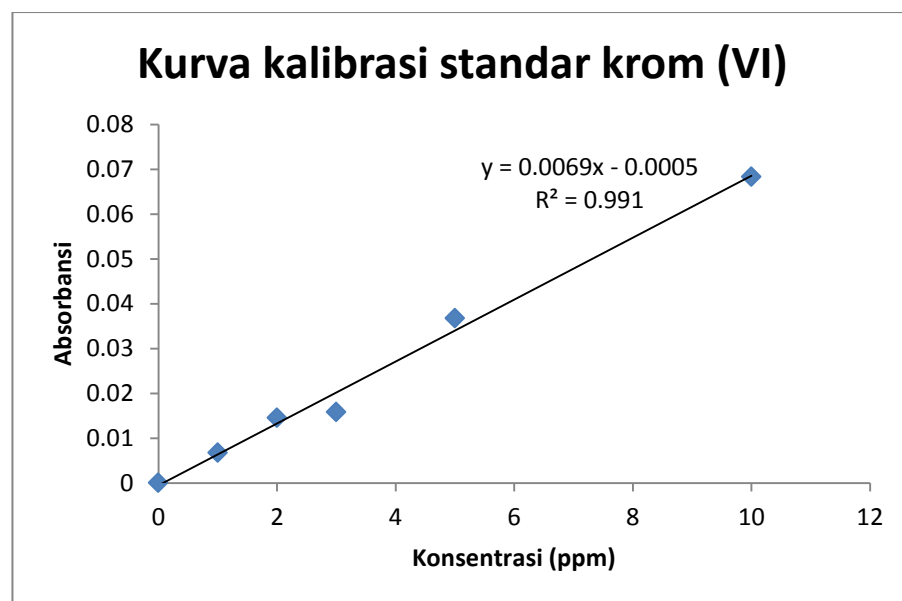
$$0,027X = 0,6976 + 0,0022$$

$$X = 25,9185 \text{ ppm}$$

3. Hasil perhitungan konsentrasi pada pengujian waktu kontak 24 jam dan adsorpsi-desorpsi krom (VI)

a. Kurva standar kalibrasi

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
0	0
1	0,0067
2	0,0145
3	0,0158
5	0,0367
10	0,0683



- b. Hasil absorbansi dan contoh perhitungan konsentrasi krom (VI) pada waktu kontak 24 jam (1440 menit)

Waktu Kontak (menit)	Absorbansi setelah adsorpsi	Konsentrasi	
		sebelum adsorpsi (ppm)	setelah adsorpsi (ppm)
1440	0,0059	176,9259	0,9275

- Contoh perhitungan konsentrasi krom (VI) setelah adsorpsi (ppm)

$$Y = 0,0069X - 0,0005$$

$$0,0059 = 0,0069X - 0,0005$$

$$0,0069X = 0,0059 + 0,0005$$

$$X = 0,9275 \text{ ppm}$$

- c. Hasil absorbansi dan contoh perhitungan konsentrasi krom (VI) pada adsorpsi arang aktif

pH desorpsi	Absorbansi setelah adsorpsi	Konsentrasi	
		sebelum adsorpsi (ppm)	setelah adsorpsi (ppm)
1	0,1789	176,9259	26,0000
5	0,1624	176,9259	23,6087
7	0,1384	176,9259	20,1304
9	0,1433	176,9259	20,8406
13	0,1535	176,9259	22,3188

- Contoh perhitungan konsentrasi krom (VI) setelah adsorpsi (ppm) pada pH 1

$$Y = 0,0069X - 0,0005$$

$$0,1789 = 0,0069X - 0,0005$$

$$0,0069X = 0,1789 + 0,0005$$

$$X = 26,0000 \text{ ppm}$$

- d. Hasil absorbansi dan contoh perhitungan konsentrasi krom (VI) pada desorpsi batako tanpa arang aktif

pH desorpsi	Absorbansi setelah desorpsi	Konsentrasi setelah desorpsi (ppm)
1	<i>n.d</i>	<i>n.d</i>
5	<i>n.d</i>	<i>n.d</i>
7	<i>n.d</i>	<i>n.d</i>
9	<i>n.d</i>	<i>n.d</i>
13	0,0051	0,8116

- Contoh perhitungan konsentrasi krom (VI) setelah desorpsi (ppm) pada pH 13

$$Y = 0,0069X - 0,0005$$

$$0,0051 = 0,0069X - 0,0005$$

$$0,0069X = 0,0051 + 0,0005$$

$$X = 0,8116 \text{ ppm}$$

- e. Hasil absorbansi dan contoh perhitungan konsentrasi krom (VI) pada desorpsi batako mengimobilisasi arang aktif

pH desorpsi	Absorbansi setelah desorpsi	Konsentrasi setelah desorpsi (ppm)
1	<i>n.d</i>	<i>n.d</i>
5	<i>n.d</i>	<i>n.d</i>
7	<i>n.d</i>	<i>n.d</i>
9	<i>n.d</i>	<i>n.d</i>
13	<i>n.d</i>	<i>n.d</i>

### Lampiran 6. Hasil Perhitungan Pengaruh pH terhadap Daya Adsorpsi Krom

(VI)

pH	Massa (gram)	Volume (liter)	Konsentrasi awal (ppm)	Konsentrasi akhir (ppm)	Konsentrasi yang teradsorp (ppm)	Zat yang teradsorp (mg/g)
1	0,5001	0,025	196,1350	26,3067	169,8282	8,4897
3	0,5004	0,025	202,5767	5,5399	197,0368	9,8440
5	0,5000	0,025	184,1718	12,3497	171,8221	8,5911
7	0,5002	0,025	181,4724	21,6994	159,7730	7,9855
9	0,5003	0,025	162,6296	19,4037	143,2259	7,1570

- Contoh perhitungan zat yang teradsorp pada pH 1

$$\begin{aligned}
 [\text{Cr (VI)}] \text{ teradsorpsi (ppm)} &= [\text{Cr (VI)}] \text{ awal} - [\text{Cr (VI)}] \text{ akhir} \\
 &= 196,1350 - 26,3067 \\
 &= 169,8282 \text{ ppm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Zat yang teradsorpsi (mg/g)} &= \frac{\text{Cr (VI) teradsorpsi} \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right)}{\text{massa adsorben (g)}} \times \text{vol. larutan (L)} \\
 &= \frac{169,8282}{0,5001} \times 0,025 \\
 &= 8,4897 \text{ mg/g}
 \end{aligned}$$

### Lampiran 7. Hasil Perhitungan Pengaruh waktu kontak terhadap Daya

#### Adsorpsi Krom (VI)

pH	Massa (gram)	Volume (liter)	Konsentrasi awal (ppm)	Konsentrasi akhir (ppm)	Konsentrasi yang teradsorp (ppm)	Zat yang teradsorp (mg/g)
10	0,5001	0,025	176,9259	25,9185	151,0074	7,5489
30	0,5002	0,025	176,9259	22,0630	154,8630	7,7401
60	0,5001	0,025	176,9259	18,9074	158,0185	7,8993
120	0,5003	0,025	176,9259	10,6481	166,2778	8,3089
150	0,5003	0,025	176,9259	7,5000	169,4259	8,4662
1440	0,5003	0,025	176,9259	0,9275	175,9984	8,7946

➤ Contoh perhitungan zat yang teradsorp pada pH 1

$$\begin{aligned}
 [\text{Cr (VI)}] \text{ teradsorpsi (ppm)} &= [\text{Cr (VI)}] \text{ awal} - [\text{Cr (VI)}] \text{ akhir} \\
 &= 176,9259 - 25,9185 \\
 &= 151,0074 \text{ ppm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Zat yang teradsorpsi (mg/g)} &= \frac{\text{Cr (VI) teradsorpsi} \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right)}{\text{massa adsorben (g)}} \times \text{vol, larutan (L)} \\
 &= \frac{151,0074}{0,5001} \times 0,025 \\
 &= 7,5489 \text{ mg/g}
 \end{aligned}$$

### Lampiran 8. Konsentrasi Krom (VI) yang Teradsorpsi dan Terdesorpsi

pH desorpsi	Absorbansi setelah adsorpsi	Konsentrasi	
		sebelum adsorpsi (ppm)	setelah adsorpsi (ppm)
1	0,1789	176,9259	26,0000
5	0,1624	176,9259	23,6087
7	0,1384	176,9259	20,1304
9	0,1433	176,9259	20,8406
13	0,1535	176,9259	22,3188

pH desorpsi	Konsentrasi		Konsentrasi zat yang teradsorp (ppm)	Konsentrasi zat yang terdesorp (ppm)
	sebelum adsorpsi (ppm)	setelah adsorpsi (ppm)		
1	176,9259	26,0000	150,9259	<i>n.d</i>
5	176,9259	23,6087	153,3172	<i>n.d</i>
7	176,9259	20,1304	156,7955	<i>n.d</i>
9	176,9259	20,8406	156,0853	<i>n.d</i>
13	176,9259	22,3188	154,6071	<i>n.d</i>

- Contoh perhitungan konsentrasi Cr (VI) yang teradsorp

$$\begin{aligned}
 \text{Konsentrasi zat yang teradsorp} &= \text{konsentrasi sebelum diadsorpsi} - \text{setelah} \\
 &\quad \text{adsorpsi} \\
 &= 176,9259 - 26,0000 \\
 &= 150,9259 \text{ ppm}
 \end{aligned}$$

### Lampiran 9. Hasil Uji LoD dan LoQ pada Kurva Kalibrasi Desorpsi

	Konsentrasi (ppm)	Absorbansi y	$\hat{y}$	$y-\hat{y}$	$(y-\hat{y})^2$
Blangko	0	0	-0,0005	0,0005	0,00000025
Standar 1	1	0,0067	0,0064	0,0003	$9 \times 10^{-8}$
Standar 2	2	0,0145	0,0133	0,0012	0,00000144
Standar 3	3	0,0158	0,0202	-0,0044	0,00001936
Standar 4	5	0,0367	0,034	0,0027	$7,29 \times 10^{-6}$
Standar 5	10	0,0683	0,0685	-0,0002	$4 \times 10^{-8}$
				Jumlah	0,00002847
				SD	0,0024
				LoD	1,0375
				LoQ	3,4583

Kurva standar kalibrasi yang diperoleh menghasilkan persamaan garis

$$y = 0,0069x - 0,0005$$

➤ Contoh perhitungan absorbansi yang dimasukkan ke persamaan regresi ( $\hat{y}$ )

$$\begin{aligned} y &= 0,0069x - 0,0005 \\ &= 0,0069 \times 0 - 0,0005 \\ &= 0,0005 \end{aligned}$$

➤ Perhitungan standar deviasi

$$\begin{aligned} SD &= \sqrt{\frac{\sum(y-\hat{y})^2}{n-1}} \\ &= \sqrt{\frac{0,00002847}{6-1}} \\ &= 0,0024 \end{aligned}$$



➤ Perhitungan LoD

$$\begin{aligned}\text{LoD} &= \frac{3 SD}{\text{slope}} \\ &= \frac{3 \times 0,0024}{0,0069} \\ &= 1,0375 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

➤ Perhitungan LoQ

$$\begin{aligned}\text{LoQ} &= \frac{10 SD}{\text{slope}} \\ &= \frac{10 \times 0,0024}{0,0069} \\ &= 3,4583 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

## Lampiran 10. Data Hasil Analisis Menggunakan Spektrofotometri Adsorpan



# UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA LABORATORIUM TERPADU

LAB. INSTRUMENTASI, FISIKA DASAR DAN KIMIA DASAR

Jl Kaliurang Km 14,5 Yogyakarta 55584 Telp. (0274)895920 ext. 3045, 3016, Fax (0274) 896439 ext. 3020

Website: <http://lab.uui.ac.id>, e-mail : [lab.terpadu@uui.ac.id](mailto:lab.terpadu@uui.ac.id)

No. Dok : Form-06/Hasil Uji Rev. 2

Tgl. Terbit : 14 Maret 2013

### Hasil Analisis Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)

Sampel : Cair  
Kode Sampel : 648/C/AAS  
Asal Sampel : Naelatuz Zuhroh  
Tanggal diterima : 4 Februari 2015  
Tanggal dianalisis : 5 Februari 2015  
Parameter : Cr

No	Sample ID	Seq No.	El	Standar (Abs)	Mean Sig (Absorbance)	Limit Detection from standard	Mean Samp Conc	Std Dev	Samp Units
1	Calib Blank	63	Cr	0	0.0040			0.00296	mg/L
2	std 1	66	Cr	2	0.0524	0.0110		0.00327	mg/L
3	std 2	67	Cr	3	0.0728	0.0110		0.00270	mg/L
4	std 3	68	Cr	5	0.1145	0.0110		0.00375	mg/L
5	std 4	69	Cr	10	0.2102	0.0110		0.00803	mg/L
6	std 5	80	Cr	25	0.4191	0.0110		0.01149	mg/L
7									
8	A	70	Cr		0.3430		19.7130	0.02054	mg/L
9	B	71	Cr		0.3535		20.3778	0.01211	mg/L
10	C	72	Cr		0.3235		18.4784	0.01060	mg/L
11	D	73	Cr		0.3191		18.1998	0.02576	mg/L
12	E	74	Cr		0.3430		19.7130	0.01525	mg/L
13	F	75	Cr		0.4521		26.6208	0.01676	mg/L
14	G	76	Cr		0.1136		5.1884	0.00938	mg/L
15	H	77	Cr		0.2246		12.2164	0.00706	mg/L
16	I	78	Cr		0.3770		21.8658	0.01293	mg/L
17	J	79	Cr		0.3339		19.1369	0.01061	mg/L

Jogjakarta, 5 Februari 2015



# UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA LABORATORIUM TERPADU

LAB. INSTRUMENTASI, FISIKA DASAR DAN KIMIA DASAR

Jl Kaliurang Km 14,5 Yogyakarta 55584 Telp. (0274)895920 ext. 3045, 3016, Fax (0274) 896439 ext. 3020

Website: <http://lab.uii.ac.id>, e-mail : [lab.terpadu@uui.ac.id](mailto:lab.terpadu@uui.ac.id)

No. Dok : Form-06/Hasil Uji Rev. 2

Tgl. Terbit : 14 Maret 2013

## Hasil Analisis Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)

Sampel : Cair  
Kode Sampel : 676/C/AAS  
Asal Sampel : Naelatuz Zuhroh  
Tanggal diterima : 17 Februari 2015  
Tanggal dianalisis : 20 Februari 2015  
Parameter : Cr

No	Sample ID	Seq No.	El	Standar (Abs)	Mean Sig (Absorbance)	Limit Detection from standard	Mean Samp Conc	Std Dev	Samp Units
1	Calib Blank	18	Cr	0	-0.0028			0.00806	mg/L
2	std 1	20	Cr	1	0.0233	0.0165		0.00247	mg/L
3	std 2	21	Cr	2	0.0460	0.0165		0.00267	mg/L
4	std 3	22	Cr	3	0.0737	0.0165		0.00697	mg/L
5	std 4	23	Cr	5	0.1321	0.0165		0.00426	mg/L
6	std 5	32	Cr	10	0.2658	0.0165		0.00312	mg/L
7			Cr						
8	B1	24	Cr		0.6553		24.2949		mg/L
	B1	24	Cr		0.7794		28.8529		mg/L
	B1	24	Cr		0.6498		24.0929		mg/L
	<b>Mean</b>		Cr		<b>0.6948</b>		<b>25.7469</b>		<b>mg/L</b>
9	B2	25	Cr		0.6010		22.3006		mg/L
	B2	25	Cr		0.5675		21.0702		mg/L
	B2	25	Cr		0.6036		22.3961		mg/L
	<b>Mean</b>		Cr		<b>0.5907</b>		<b>21.9223</b>		<b>mg/L</b>
10	B3	26	Cr		0.5652		20.9857		mg/L
	B3	26	Cr		0.4720		17.5626		mg/L
	B3	26	Cr		0.4794		17.8344		mg/L
	<b>Mean</b>		Cr		<b>0.5055</b>		<b>18.7942</b>		<b>mg/L</b>
11	B4	27	Cr		0.2741		10.2940		mg/L
	B4	27	Cr		0.2654		9.9745		mg/L
	B4	27	Cr		0.3079		11.5354		mg/L
	<b>Mean</b>		Cr		<b>0.2825</b>		<b>10.6013</b>		<b>mg/L</b>
12	B5	28	Cr		0.1984		7.5137		mg/L
	B5	28	Cr		0.1950		7.3888		mg/L
	B5	28	Cr		0.1991		7.5394		mg/L
	<b>Mean</b>		Cr		<b>0.1975</b>		<b>7.4806</b>		<b>mg/L</b>

13	B6	29	Cr	0.4722		17.5699		mg/L
	B6	29	Cr	0.4542		16.9088		mg/L
	B6	29	Cr	0.4916		18.2825		mg/L
	<b>Mean</b>		Cr	<b>0.4727</b>		<b>17.5871</b>		<b>mg/L</b>
14	E	30	Cr	0.5428		20.1630		mg/L
	E	30	Cr	0.5050		18.7746		mg/L
	E	30	Cr	0.5089		18.9179		mg/L
	<b>Mean</b>		Cr	<b>0.5189</b>		<b>19.2852</b>		<b>mg/L</b>
15	J	31	Cr	0.4351		16.2073		mg/L
	J	31	Cr	0.4168		15.5352		mg/L
	J	31	Cr	0.4503		16.7656		mg/L
	<b>Mean</b>		Cr	<b>0.4341</b>		<b>16.1693</b>		<b>mg/L</b>

Jogjakarta, 23 Februari 2015



# UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA LABORATORIUM TERPADU

LAB. INSTRUMENTASI, FISIKA DASAR DAN KIMIA DASAR

Jl Kaliurang Km 14,5 Yogyakarta 55584 Telp. (0274)895920 ext. 3045, 3016, Fax (0274) 896439 ext. 3020

Website: <http://lab.uii.ac.id>, e-mail : [lab.terpadu@uui.ac.id](mailto:lab.terpadu@uui.ac.id)

No. Dok : Form-06/Hasil Uji Rev. 2

Tgl. Terbit : 14 Maret 2013

## Hasil Analisis Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)

Sampel : Cair  
Kode Sampel : 758/C/AAS  
Asal Sampel : Naelatuz Zuhroh  
Tanggal diterima : 26 Maret 2015  
Tanggal dianalisis : 30 Maret 2015  
Parameter : Cr

No	Sample ID	Seq No.	El	Standar	Mean Sig (Absorbance)	Limit Detection from standard	Mean Samp	Std Dev	Samp Units
1	Calib Blank	16	Cr	0	0.0001			0.00021	mg/L
2	std 1	18	Cr	1	0.0068	0.0008		0.00004	mg/L
3	std 2	19	Cr	2	0.0146	0.0008		0.00016	mg/L
4	std 3	20	Cr	3	0.0159	0.0008		0.00921	mg/L
5	std 4	21	Cr	5	0.0368	0.0008		0.00024	mg/L
6	std 5	22	Cr	10	0.0684	0.0008		0.00102	mg/L
7									
8	1	23	Cr		0.0027		0.4892	0.00020	mg/L
9	2	24	Cr		0.0017		0.3454	0.00053	mg/L
10	3	25	Cr		0.0027		0.4892	0.00057	mg/L
11	4	26	Cr		0.0027		0.4892	0.00053	mg/L
12	5	27	Cr		0.0052		0.8488	0.00081	mg/L
13	B0	28	Cr		0.0060		0.9639	0.00016	mg/L
14	B5.1	29	Cr		0.0028		0.5036	0.00040	mg/L
15	B5.2	30	Cr		0.0032		0.5612	0.00027	mg/L
16	B5.3	31	Cr		0.0026		0.4749	0.00028	mg/L
17	B5.4	32	Cr		0.0028		0.5036	0.00071	mg/L
18	B5.5	33	Cr		0.0040		0.6762	0.00089	mg/L
19	B5.6	34	Cr		0.1790		25.8461	0.00143	mg/L
20	B5.7	35	Cr		0.1625		23.3720	0.00137	mg/L
21	B5.8	36	Cr		0.1385		20.0211	0.00123	mg/L
22	B5.9	37	Cr		0.1434		20.7258	0.00151	mg/L
23	B5.10	38	Cr		0.1536		22.1929	0.00034	mg/L

Jogjakarta, 30 Maret 2015

## Lampiran 11. Dokumentasi Penelitian



Serabut kelapa yang sudah dibersihkan



Serabut kelapa yang telah diaktivasi dengan  $H_3PO_4$  10%



Pengarangan serabut kelapa



Pencucian arang aktif menggunakan aquades



Pengeringan arang dan arang aktif



Arang yang telah kering



Uji kadar air



Arang dimasukkan dalam desikator



Penyaringan arang aktif yang telah dikontakan larutan iodin



Penepatan larutan kembali ke volume semula



Titration hingga warna kuning mulai menghilang



Penambahan indikator amilum



Larutan berwarna biru kehitaman



Titration hingga warna biru hilang



Adsorpsi larutan krom dengan orbital shaker



Pembuatan larutan HCl pH 1



Pengeringan batako



Penambahan larutan pendesorpsi pada batako



Perendaman batako selama 1 minggu



Penyaringan batako



Larutan hasil rendaman batako



FAAS Perkin Elmer 5100 PC