



**EFEKTIVITAS ADSORPSI ION KLORIDA DALAM LIMBAH  
AIR GARAM (*BITTERN*) MENGGUNAKAN ARANG AKTIF  
TEMPURUNG KELAPA**

**SKRIPSI**

Oleh  
**Dyah Vira Pradana**  
**NIM 131810301023**

**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2018**



**EFEKTIVITAS ADSORPSI ION KLORIDA DALAM LIMBAH  
AIR GARAM (*BITTERN*) MENGGUNAKAN ARANG AKTIF  
TEMPURUNG KELAPA**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Kimia (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh

**Dyah Vira Pradana**

**NIM 131810301023**

**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2018**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan kepada :

1. Almamater Tercinta, Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.
2. ibunda Mastuti Sri Hayati serta Ayahanda Masimun yang senantiasa sabar dan ikhlas memberikan doa, cinta, kasih sayang, nasehat, teladan, perjuangan dan atas segala yang telah diberikan dengan tulus ikhlas kepada saya hingga saya bisa meraih semua ini;
3. segenap keluarga besar dan saudara-saudara, Kakek A Duljalal (Alm), Nenek Kushariyati, Adek Muhammad Amin dan Bibi Endang atas doa, dukungan dan motivasi selama ini;
4. bapak/Ibu guru TK Bina Ana Prasa, SDN Banjarejo II, SMP Negeri 1 Tumpang, SMAN 5 Malang, Bapak/Ibu dosen jurusan Kimia, teknisi jurusan Kimia, dan segenap karyawan FMIPA Universitas Jember yang telah memberikan ilmu, teladan, mendidik dan membimbing dengan penuh kesabaran dan keikhlasan;
5. kawan-kawan Kimia 2013 (TITANIUM), keluarga besar jurusan Kimia FMIPA Universitas Jember, keluarga besar KKN 36 Leprak Bondowoso serta Bapak, ibu dan teman-teman kos, terimakasih atas semangat, bantuan, saran dan kenangan indah yang telah diberikan;
6. sahabat seperjuangan Lilis Indah Rahmawati, Diah Ayu N.S., Dana Iswara Putra, Rina Dewi Susanti, Kiky Supriatna Putri, Ahmad Suhardiman, Ardi Budianto, Alifah Mustafidah, Nursiah, Arum Meta M.S., Moh Ihsan F., Deys Sya'fatul M, Pricilia Citra, Inayatul Mukarromah, terima kasih atas doa, motivasi dan kebersamaan selama ini;
7. semua pihak yang telah berkontribusi namun tidak dapat disebutkan satu persatu.

## MOTO

*“ Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah nasib suatu kaum hingga mereka mengubah diri mereka sendiri. Suatu perkara yang kita tidak sanggup menanggungnya merupakan perkara yang terbaik untuk kita karena setiap perkara yang Allah SWT tentukan adalah tidak sia-sia ”* (terjemahan Surat

*Ar-Ra'd: 11 \*)*

*“ Tidak ada jalan mudah menuju kebebasan dan banyak dari kita akan harus melewati lembah gelap menyeramkan. Lagi dan lagi sebelum akhirnya kita meraih puncak kebahagiaan ”* (Nelson Mandela \*\*)

---

\*) Departemen Agama Republik Indonesia. 2008. *Al-Quran dan Terjemahannya*. Bandung: Cv. Diponegoro.

\*) Nelson Mandela. *Motto Hidup*. <https://inspirilo.com/motto-hidup/> .[1 Juli 2018].

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dyah Vira Pradana

NIM : 131810301023

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul *Efektivitas Adsorpsi Ion Klorida dalam Limbah Air Garam (Bittern) Menggunakan Arang Aktif Tempurung Kelapa* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali apabila dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan merupakan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik yang berlaku jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 16 Juli 2018

Yang menyatakan,

Dyah Vira Pradana

NIM 131810301023

**SKRIPSI**

**EFEKTIVITAS ADSORPSI ION KLORIDA DALAM LIMBAH  
AIR GARAM (*BITTERN*) MENGGUNAKAN ARANG AKTIF  
TEMPURUNG KELAPA**

Oleh  
Dyah Vira Pradana  
NIM 131810301023

**Pembimbing**

Dosen Pembimbing Utama : drh. Wuryanti Handayani, M.Si.

Dosen Pembimbing Anggota : Asnawati, S.Si., M.Si.

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Efektivitas Adsorpsi Ion Klorida Dalam Limbah Air Garam (*Bittern*) Menggunakan Arang Aktif Tempurung Kelapa” karya Dyah Vira Pradana telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal :

tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember

**Tim Penguji:**

Ketua,

Anggota I,

drh. Wuryanti Handayani, M.Si.

Asnawati, S.Si.,M.Si.

NIP. 196008221985032002

NIP.196808141999032001

Anggota II,

Anggota III,

Dwi Indarti, S.Si.,M.Si.

Drs. Siswoyo, M.Sc., Ph.D.

NIP.197409012000032004

NIP. 196605291993031003

Mengesahkan,  
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,

Drs. Sujito, Ph.D.  
NIP. 196102041987111001

## RINGKASAN

**“Efektivitas Adsorpsi Ion Klorida Dalam Limbah Air Garam (*Bittern*) Menggunakan Arang Aktif Tempurung Kelapa”** Dyah Vira Pradana, 131810301023; 2018; 42 halaman; Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Limbah air garam (*Bittern*) merupakan larutan sisa pembuatan garam melalui proses kristalisasi dan peningkatan konsentrasi air laut yang mengandung mineral brom, magnesium, natrium, klorida, kalium dan kalsium. Pemanfaatan *bittern* harus memperhatikan senyawa kimia yang terlarut di dalamnya yang dapat berdampak negatif jika kadarnya berlebih. Salah satunya adalah kandungan ion klorida. Penurunan kandungan ion klorida dapat dilakukan dengan cara adsorpsi menggunakan arang tempurung kelapa yang diaktivasi dengan larutan  $H_3PO_4$  5M dan larutan  $ZnCl_2$  5M. Proses adsorpsi dilakukan dengan sistem *batch*. Kandungan ion klorida dianalisis menggunakan spektrofotometer uv-vis.

Massa ion klorida yang terdapat pada *bittern* mula-mula yaitu sebanyak 3,8218 mg. Massa tersebut dapat diturunkan melalui proses adsorpsi. Faktor-faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi ion klorida dalam penelitian ini adalah massa adsorben (1g; 2g; 3g; 4g dan 5g), pH sistem (4; 5; 6; 7 dan 8) dan waktu kontak antara *bittern* dengan adsorben (2jam; 3jam; 4jam; 5jam; 6jam dan 7jam). Penurunan kandungan ion klorida yang paling efektif terjadi pada adsorben arang tempurung kelapa dengan aktivator  $H_3PO_4$  dengan massa adsorben sebanyak 4 gram (4,057 mg atau 89,384 %), pH sistem 7 (3,989 mg atau 89,561 %) dan waktu kontak 4 jam (3,769 mg atau 90,138 %).



## PRAKATA

Alhamdulillah atas segala rahmat dan hidayah yang dilimpahkan Allah SWT, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Efektivitas Adsorpsi Ion Klorida Dalam Limbah Air Garam (*Bittern*) Menggunakan Arang Aktif Tempurung Kelapa”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) di Jurusan Kimia fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan pengarahan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Drs. Sujito, Ph.D, selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
2. Dr. Bambang Piluharto, S.Si., M.Si selaku ketua Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
3. Kepala Laboratorium Kimia Analitik dan Kepala Laboratorium Biokimia Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
4. drh. Wuryanti Handayani selaku Dosen Pembimbing Utama dan Asnawati, S.Si., M.Si selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah membimbing, meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam penulisan skripsi ini;
5. Dwi Indarti, S.Si., M.Si selaku Dosen Penguji I dan Drs. Siswoyo, M.Sc., Ph.D selaku Dosen Penguji II yang telah meluangkan waktu untuk menguji serta memberikan kritik dan saran demi kesempurnaan skripsi ini;
6. Agung Budi Santoso, S.Si., M.Si. dan Tri Mulyono, S.Si., M.Si selaku Dosen Pembimbing Akademik;
7. segenap dosen pengajar Jurusan Kimia FMIPA Universitas Jember

Penulis berharap semoga setiap kalimat yang telah tertulis dalam skripsi ini dapat bermanfaat sebagai ilmu pengetahuan bagi pembaca.

Jember, 16 Juli 2018

Penulis

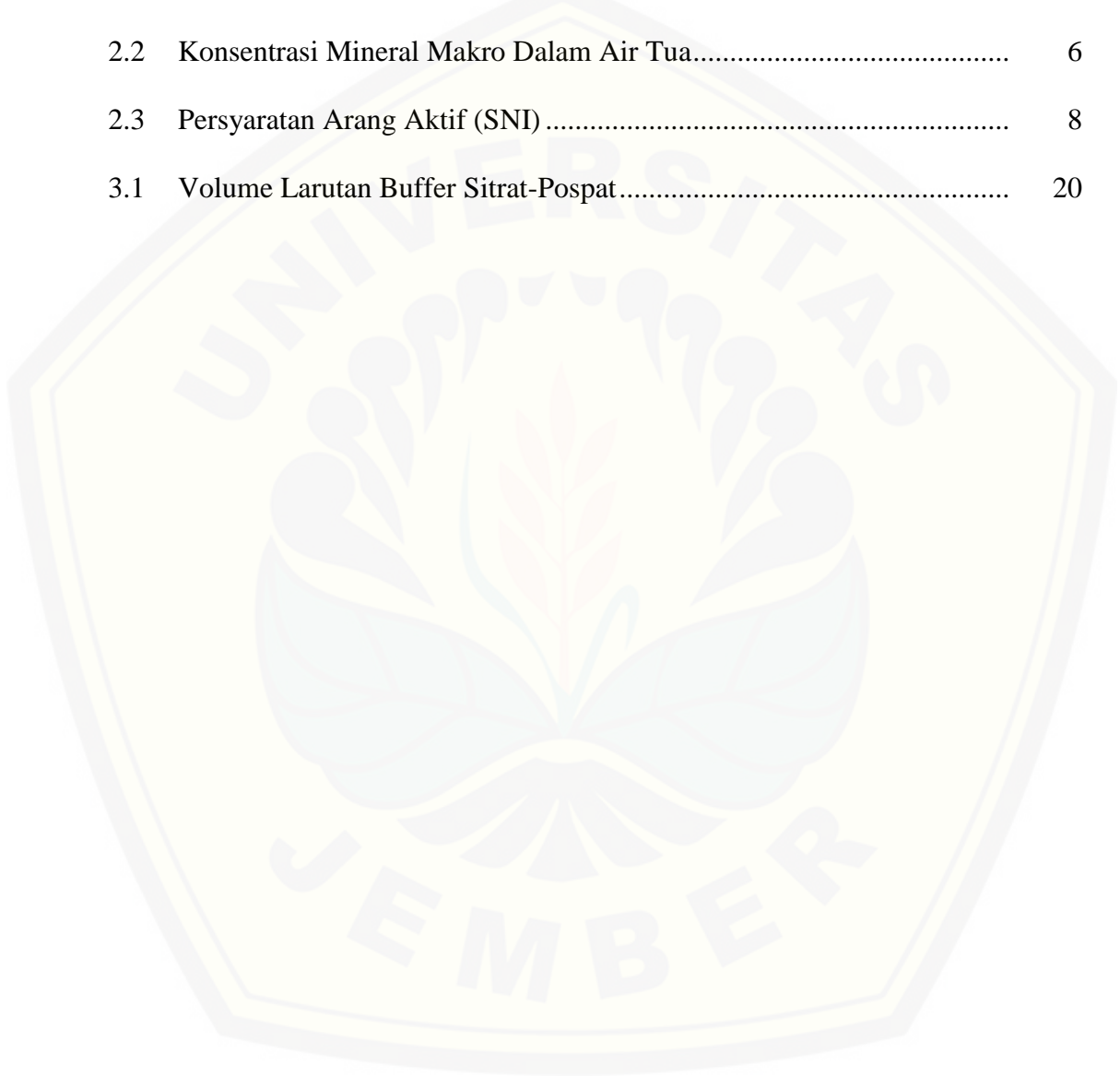
DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN MOTO</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PEMBIMBING</b> .....	vi
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vii
<b>RINGKASAN</b> .....	viii
<b>HALAMAN PRAKATA</b> .....	x
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xv
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	3
<b>1.3 Tujuan Masalah</b> .....	3
<b>1.4 Batasan Penelitian</b> .....	4
<b>1.5 Manfaat Penelitian</b> .....	4
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
<b>2.1 Air Tua (<i>Bittern</i>)</b> .....	5
<b>2.2 Klorida</b> .....	6
<b>2.3 Karbon Aktif</b> .....	7
<b>2.4 Struktur Fisik dan Kimia Karbon Aktif</b> .....	8
<b>2.5 Arang Tempurung Kelapa</b> .....	10
<b>2.6 Aktivasi Arang</b> .....	10
<b>2.7 Adsorpsi</b> .....	13
2.7.1 Adsorpsi Fisika .....	13
2.7.2 Adsorpsi Kimia .....	13
<b>2.8 Spektrofotometri</b> .....	14
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	17
<b>3.1 Waktu dan Tempat Penelitian</b> .....	17
<b>3.2 Alat dan Bahan</b> .....	17
3.2.1 Alat .....	17
3.2.2 Bahan .....	17
<b>3.3 Diagram Alir Penelitian</b> .....	18
<b>3.4 Preparasi Larutan</b> .....	19
3.4.1 Preparasi Pembuatan Larutan .....	19
3.4.2 Pembuatan Larutan Standar .....	20

3.4.3 Pengukuran Kadar Ion Klorida <i>Bittern</i> Mula-Mula.....	21
3.4.4 Optimasi Massa Adsorben .....	21
3.4.5 Optimasi pH.....	22
3.4.6 Optimasi Waktu Kontak .....	22
<b>3.5 Penentuan Efektivitas Karbon Aktif .....</b>	<b>23</b>
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>24</b>
4.1 Kadar Ion Klorida Dalam <i>Bittern</i> .....	25
4.2 Penurunan Massa Ion Klorida Pada Variasi Massa Adsorben .....	26
4.3 Penurunan Massa Ion Klorida Pada Variasi pH.....	29
4.4 Penurunan Massa Ion Klorida Pada Variasi Waktu Kontak ...	31
4.5 Efektivitas Adsopsi Ion Klorida .....	33
<b>BAB 5. PENUTUP .....</b>	<b>35</b>
5.1 Kesimpulan.....	35
5.2 Saran .....	35
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>36</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>41</b>

**DAFTAR TABEL**

	Halaman
2.1 Konsentrasi Senyawa Makro Dalam Air Tua.....	6
2.2 Konsentrasi Mineral Makro Dalam Air Tua.....	6
2.3 Persyaratan Arang Aktif (SNI).....	8
3.1 Volume Larutan Buffer Sitrat-Pospat.....	20



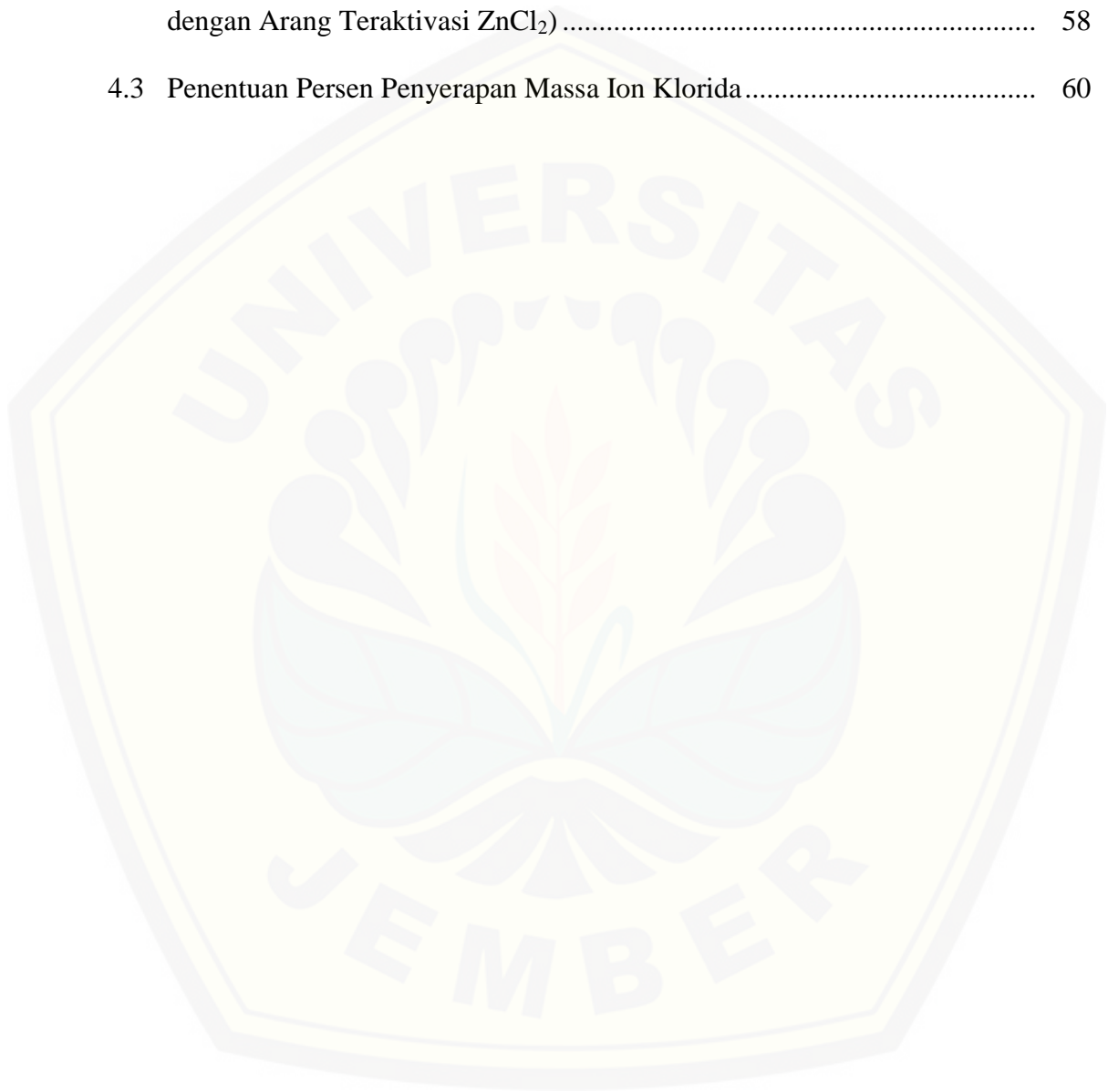
**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
2.1 Proses Pembuatan Garam .....	5
2.2 Ilustrasi Skema Struktur Karbon Aktif .....	8
2.3 Lapisan Atom-Atom Karbon .....	9
2.4 Skema Struktur Pori Karbon Aktif .....	9
2.5 Ilustrasi struktur Kimia Karbon Aktif.....	10
2.6 Mekanisme Aktivasi Menggunakan Aktivator $ZnCl_2$ .....	12
2.7 Mekanisme Aktivasi Menggunakan Aktivator $H_3PO_4$ .....	12
2.8 Reaksi Pembentukan Kompleks Besi (III) Tiosianat.....	16
3.1 Diagram Alir Penelitian .....	18
4.1 Kurva <i>Scanning</i> Panjang Gelombang .....	24
4.2 Kurva Standar Ion Klorida.....	25
4.3 Hasil Optimasi Massa Adsorben .....	27
4.4 Analisis SEM Arang Aktif.....	28
4.5 Hasil Optimasi pH .....	30
4.6 Gugus Aktif Pada Adsorben Pengaruh pH .....	30
4.7 Hasil Optimasi Waktu Kontak.....	32

**DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
3.1 Pembuatan Larutan Aktivator $ZnCl_2$ 5M.....	41
3.2 Pembuatan Larutan Aktivator $H_3PO_4$ 5M.....	41
3.3 Pembuatan Larutan Standar Ion Klorida 1000 ppm .....	42
3.4 Pengenceran Larutan Stadar Ion Klorida .....	42
3.5 Pembuatan Larutan $Na_2HPO_4 \cdot 2H_2O$ 0,2 M .....	42
3.6 Pembuatan Larutan Asam Sitrat 0,1 M.....	43
3.7 <i>Scanning</i> Panjang Gelombang .....	43
3.8 Kurva Kalibrasi Panjang Gelombang Maksimum .....	43
3.9 Pengukuran Kadar Ion Klorida Dalam <i>Bittern</i> .....	45
4.1 Penentuan Massa Ion Klorida Pada Adsorbat (Optimasi Massa Adsorben Teraktivasi $H_3PO_4$ ).....	46
4.2 Penentuan Massa Ion Klorida Pada Adsorbat (Optimasi Massa Adsorben Teraktivasi $ZnCl_2$ ).....	48
4.3 Penentuan Persen Penyerapan Massa Ion Klorida.....	50
4.4 Penentuan Massa Ion Klorida Pada Adsorbat (Optimasi pH sistem dengan Arang Teraktivasi $H_3PO_4$ ).....	51
4.5 Penentuan Massa Ion Klorida Pada Adsorbat (Optimasi pH sistem dengan Arang Teraktivasi $ZnCl_2$ ).....	53
4.6 Penentuan Persen Penyerapan Massa Ion Klorida.....	55

4.7	Penentuan Massa Ion Klorida Pada Adsorbat (Optimasi Waktu Kontak dengan Arang Teraktivasi $H_3PO_4$ ) .....	56
4.2	Penentuan Massa Ion Klorida Pada Adsorbat (Optimasi Waktu Kontak dengan Arang Teraktivasi $ZnCl_2$ ) .....	58
4.3	Penentuan Persen Penyerapan Massa Ion Klorida.....	60



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

*Bittern* merupakan cairan pekat hasil dari tambak garam yang berada pada permukaan paling atas. Menurut Sato *et al* (2010), *bittern* mengandung berbagai macam senyawa yaitu natrium klorida (NaCl), magnesium klorida (MgCl<sub>2</sub>), magnesium sulfat (MgSO<sub>4</sub>), kalium klorida (KCl) dan kalsium klorida (CaCl<sub>2</sub>). Pemanfaatan air limbah garam harus memperhatikan senyawa kimia yang terlarut di dalamnya yang dapat berdampak negatif jika kadarnya berlebih. Salah satunya adalah kandungan ion klorida.

Ion klorida merupakan anion yang paling dominan terdapat di perairan laut. Ion klorida dalam air berbentuk anion Cl<sup>-</sup>. Tingkat toksisitas dari klorida bergantung pada gugus senyawanya, misal natrium klorida (NaCl) tidak beracun, tetapi karbonil klorida beracun. Beberapa dampak yang ditimbulkan oleh klorida pada lingkungan yaitu menimbulkan pengkaratan pada logam karena sifatnya yang korosif, ikan dan biota air tidak dapat bertahan hidup karena tingginya kadar klorida (Nugroho dan Setyo, 2013). Klorida dengan kadar yang tinggi juga dapat memberikan dampak negatif terhadap kesehatan manusia.

Kadar ion klorida dalam air dapat diturunkan salah satunya dengan cara proses adsorpsi menggunakan arang aktif. Luas permukaan arang aktif berkisar 300-3500 m<sup>2</sup>/g dan ini berhubungan dengan struktur pori internal yang menyebabkan arang aktif mempunyai sifat sebagai adsorben (Sembiring dan Sinaga, 2003). Arang tempurung kelapa memiliki kadar air rendah dan daya serap yang tinggi sebagai arang aktif (Kurniawan dan Wicaksono, 2006). Arang tempurung kelapa mempunyai luas permukaan dalam antara 500-1500 m<sup>2</sup>/g sehingga sangat efektif dalam menangkap partikel-partikel yang sangat halus (Pohan *et al.*, 2002).

Aktivasi arang dapat dilakukan dengan aktivasi fisika dan aktivasi kimia. Penelitian (Pambayun *et al.*, 2013) melakukan aktivasi arang tempurung kelapa dengan aktivator ZnCl<sub>2</sub> dengan konsentrasi 7,5% dapat menghasilkan *surface area* sebesar 1599 m<sup>2</sup>/g dengan ukuran arang 80 mesh. Penelitian Jabit (2007),



melakukan aktivasi arang tempurung kelapa secara kimia yaitu dengan aktivator  $\text{ZnCl}_2$  5M dan  $\text{H}_3\text{PO}_4$  30% dengan waktu optimum selama 2 jam yang masing-masing menghasilkan luas permukaan karbon sebesar  $893 \text{ m}^2/\text{g}$  dan  $833 \text{ m}^2/\text{g}$ . Arang aktif dengan luas permukaan yang besar dapat meningkatkan daya adsorpsinya. Penelitian tentang penggunaan arang tempurung kelapa dengan aktivator  $\text{ZnCl}_2$  sebagai adsorben untuk mengurangi kadar fenol telah dilakukan sebelumnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aktivator  $\text{ZnCl}_2$  7,5% dengan waktu kontak selama 3 jam, massa arang aktif sebanyak 1 gram dengan menggunakan sistem *batch* mampu menyerap fenol dengan hasil persen penyerapan sebesar 99,452% (Pambayun *et al.*, 2013). Penelitian Sudalaimani dan Shanmugasundaram (2011), menyatakan arang dari tanaman air *Hyacinth* yang diaktivasi menggunakan aktivator  $\text{H}_2\text{SO}_4$  efektif menurunkan kadar ion klorida dengan massa 4 gram pada konsentrasi ion klorida sebesar 150 ppm dalam 50 mL, selain itu pH yang efektif terdapat pada pH 7 pada penyerapan ion klorida dalam konsentrasi sebesar 150 ppm dalam 50 mL dan waktu yang efektif sebanyak 4 jam. Penelitian Kenneth *et al.* (2015), menyatakan arang aktif dari Neem (*Azadirachta Indica*) dengan aktivator  $\text{ZnCl}_2$  dan  $\text{H}_3\text{PO}_4$  mampu menyerap ion klorida dari limbah rumah sakit dengan persen penyerapan sebesar 95% dan 100%.

Proses adsorpsi dapat dilakukan dengan menggunakan sistem *batch* dan sistem statis. karena proses adsorpsi dipengaruhi oleh faktor luas permukaan adsorben dan kecepatan pengadukan. Proses adsorpsi dengan sistem *batch* yaitu partikel adsorben ditempatkan di dalam sebuah larutan adsorbat dan diaduk untuk mendapatkan kontak yang merata sehingga terjadi proses adsorpsi (Hadiwidodo, 2008). Metode *batch* memiliki kelebihan dalam hal interaksi antara adsorben dan adsorbatnya (Nurwidiyani, 2014).

Berdasarkan uraian tersebut perlu dilakukan penelitian tentang efektivitas adsorpsi ion klorida ( $\text{Cl}^-$ ) menggunakan arang tempurung kelapa yang diaktivasi  $\text{ZnCl}_2$  dan  $\text{H}_3\text{PO}_4$  dengan konsentrasi 5M. Analisis kadar ion klorida dilakukan menggunakan spektrofotometri UV-Vis.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan di atas, diperoleh rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh massa adsorben terhadap persentase efektivitas penurunan massa ion klorida dalam *bittern* menggunakan arang tempurung kelapa yang diaktivasi  $H_3PO_4$  dan  $ZnCl_2$  ?
2. Bagaimana pengaruh pH sistem terhadap persentase efektivitas penurunan massa ion klorida dalam *bittern* menggunakan arang tempurung kelapa yang diaktivasi  $H_3PO_4$  dan  $ZnCl_2$  ?
3. Bagaimana pengaruh waktu kontak adsorben dan *bittern* terhadap persentase efektivitas penurunan massa ion klorida dalam *bittern* menggunakan arang tempurung kelapa yang diaktivasi  $H_3PO_4$  dan  $ZnCl_2$  ?

## 1.3 Tujuan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah di atas, diperoleh tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh massa adsorben terhadap persentase efektivitas penurunan massa ion klorida dalam *bittern* menggunakan arang tempurung kelapa yang diaktivasi  $H_3PO_4$  dan  $ZnCl_2$
2. Mengetahui pengaruh pH sistem terhadap persentase efektivitas penurunan massa ion klorida dalam *bittern* menggunakan arang tempurung kelapa yang diaktivasi  $H_3PO_4$  dan  $ZnCl_2$
3. Mengetahui pengaruh waktu kontak adsorben dan *bittern* terhadap persentase efektivitas penurunan massa ion klorida dalam *bittern* menggunakan arang tempurung kelapa yang diaktivasi  $H_3PO_4$  dan  $ZnCl_2$

## 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Limbah air garam (*bittern*) yang digunakan diambil dari tambak garam Pangarengan, Sampang, Madura.
2. Arang tempurung kelapa ukuran 80-100 mesh

### 1.5 Manfaat Penelitian

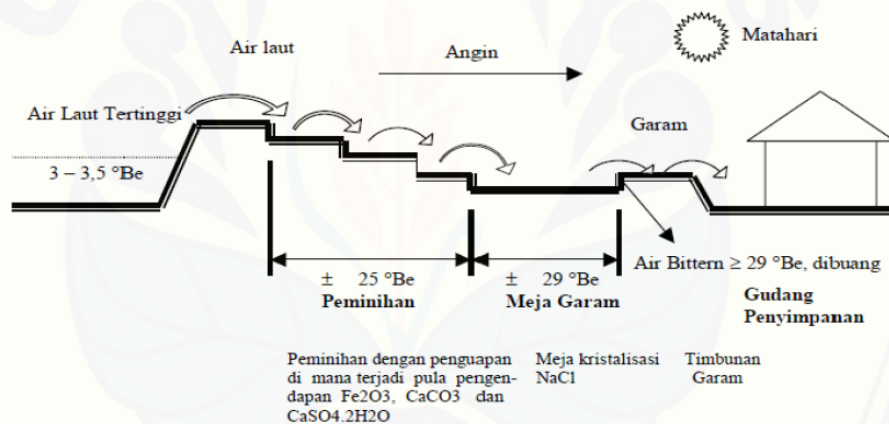
Manfaat dari penelitian ini yaitu dapat memberikan informasi tentang efektivitas penggunaan arang tempurung kelapa yang diaktivasi menggunakan aktivator  $ZnCl_2$  dan  $H_3PO_4$  dalam mengurangi kadar ion klorida pada *bittern*.



## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Air Tua (*Bittern*)

Air tua (*bittern*) merupakan larutan sisa pembuatan garam melalui proses kristalisasi dan peningkatan konsentrasi air laut yang mengandung mineral brom, magnesium, natrium, kalium dan kalsium (Lewis, 2001). Menurut Yuniarti (2008), air tua merupakan hasil samping dari proses pembuatan garam di Jepang yang dikenal dengan Nigari. Nigari berarti pahit karena rasanya yang memang pahit. Air tua adalah larutan sisa penguapan air laut dari proses pembuatan garam yang biasanya tidak dimanfaatkan dan dibuang kembali ke laut dalam jumlah yang relatif banyak. Gambar 2.1 merupakan proses terbentuknya air tua pada proses pembuatan garam.



Gambar 2.1 Proses pembuatan garam (Purbani, 2001).

Proses pembuatan garam pada  $29 \text{ } ^\circ\text{Be}$  (Baume) mengandung konzentrat garam NaCl yang tinggi pada air tua. Derajat baume ( $^\circ\text{Be}$ ) merupakan ukuran densitas relatif sirup, larutan garam, dan larutan kimiawi (Makfoeld *et al.*, 2002). Air tua pada  $28,5\text{-}30 \text{ } ^\circ\text{Be}$  mengandung magnesium sekitar 4-5% w/v. Penggunaan air tua harus memperhatikan konsentrasi dari senyawa/mineral makro yang terdapat pada air tua. Konsentrasi klorida dalam air tua yang tertinggi terdapat pada  $30,5 \text{ } ^\circ\text{Be}$ . Data kandungan mineral/senyawa makro dalam air tua pada 29 sampai  $30,5 \text{ } ^\circ\text{Be}$  dapat dilihat pada Tabel 2.1 dan Tabel 2.2

Tabel 2.1 Konsentrasi Senyawa Makro dalam Air Tua

°Be	Konsentrasi (g/L)			
	MgSO <sub>4</sub>	NaCl	MgCl <sub>2</sub>	KCl
29	61,5	152,9	128,0	23,3
29,5	56,0	167,8	115,7	21,0
30	68,5	144,8	137,7	25,2
30,3	75,5	136,7	147,5	27,2

Sumber: Judjono, 2001.

Tabel 2.2 Konsentrasi Mineral Makro dalam Air Tua

°Be	Konsentrasi (g/L)				
	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>
29	40,8	66,0	11,0	198,0	44,7
29,5	45,05	60,1	12,2	199,2	49,1
30	48,9	56,9	13,2	202,5	54,6
30,3	52,8	53,7	14,2	205,8	60,2

Sumber: Judjono, 2001.

## 2.2 Klorida

Klorida adalah unsur klor yang mendapatkan satu elektron untuk membentuk suatu anion (ion bermuatan negatif) Cl<sup>-</sup>. Garam dari asam hidroklorida (HCl) mengandung ion klorida, contohnya adalah garam meja atau natrium klorida (NaCl). NaCl dalam air akan larut dan menjadi ion-ionnya yaitu ion Na<sup>+</sup> dan Cl<sup>-</sup>. Klorida dalam senyawa kimia, satu atau lebih atom klornya memiliki ikatan kovalen dalam molekul, yang artinya klorida dapat berupa senyawa anorganik maupun organik. Contoh paling sederhana dari suatu klorida anorganik adalah hidrogen klorida (HCl), sedangkan contoh sederhana senyawa organik (suatu organoklorida) adalah klorometana (CH<sub>3</sub>Cl) (Panjaitan, 2009).

Ion klorida banyak terkandung dalam air dengan konsentrasi yang berbeda-beda. Konsentrasinya yang bervariasi tersebut bergantung pada kandungan mineral bumi diberbagai daerah dan faktor cuaca untuk kandungan ion klorida

dalam air tua (*Bittern*). Konsentrasi klorida dapat berpengaruh terhadap kualitas air minum. Klorida dibutuhkan dalam tubuh untuk pengaturan tekanan osmotik sel tetapi dengan kadar yang sesuai. Konsentrasi klorida yang tinggi dalam air minum dapat menimbulkan rasa pahit dan asin. Klorida memiliki total kandungan mineral yang tinggi pada air. Batas maksimal pengkonsumsian klorida untuk kebutuhan manusia adalah 250 mg/L kandungan klorida dalam air. Konsentrasi tersebut juga telah sesuai dengan kualitas air minum berdasarkan Permenkes, RI No.907/Menkes/SK/VII/2002. Konsentrasi klorida dalam air dapat diturunkan dengan *reverse* osmosis, demineralisasi dan adsorpsi (Panjaitan, 2009).

### 2.3 Karbon Aktif

Karbon aktif adalah senyawa karbon yang diaktifkan dengan cara aktivasi kimia atau fisika. Aktivasi menjadikan pori bahan menjadi terbuka dengan luas permukaan berkisar antara 300-2000 m<sup>2</sup>/gr. Permukaan karbon aktif yang semakin luas berdampak pada semakin tingginya daya serap terhadap bahan gas atau cairan (Kirk dan Othmer, 1964).

Karbon aktif adalah material berpori dengan kandungan karbon 87%-97% dan sisanya berupa hidrogen, oksigen, sulfur, dan material lain. Karbon aktif merupakan karbon yang telah diaktivasi sehingga terjadi pengembangan struktur pori yang bergantung pada metode aktivasi yang digunakan. Struktur pori menyebabkan ukuran molekul teradsorpsi terbatas, sedangkan bila ukuran partikel tidak masalah, kuantitas bahan yang diserap dibatasi oleh luas permukaan karbon aktif (Austin, 1996).

Proses aktivasi dapat menghilangkan unsur hidrogen, gas-gas dan air dari permukaan karbon sehingga, terjadi perubahan fisik pada permukaannya yang diakibatkan adanya pengikisan atom karbon melalui oksidasi ataupun pemanasan (Pujiyanto, 2010). Proses pemanasan bertujuan untuk menghilangkan unsur-unsur hidrogen dan oksigen yang terdapat pada bahan baku yang digunakan. Perlakuan panas tersebut merupakan proses karbonisasi (pengarangan) (Sembiring dan Tuti, 2003).

Kegunaan karbon aktif semakin meningkat dilihat dari semakin banyaknya pengolahan-pengolahan limbah yang dihasilkan dari bidang industri. Karbon aktif mempunyai persyaratan mutu yang harus dipenuhi. Persyaratan mutu karbon aktif dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Persyaratan Arang Aktif (SNI) No. 06 - 3730 - 1995

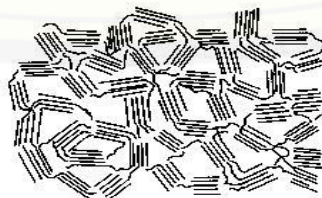
Jenis Persyaratan	Parameter
Kadar Air	Max 15%
Kadar Abu	Max 10%
Kadar Zat Menguap	Max 25%
Kadar Karbon Terikat	Min 65%
Daya Serap terhadap Iodine	Min 750 mg/gr
Daya serap terhadap Benzena	Min 25%

Sumber: Dewan Standarisasi Nasional, 1995.

Karbon aktif banyak digunakan oleh kalangan industri. Hampir 60% produksi karbon aktif di dunia ini dimanfaatkan oleh industri-industri. Karbon aktif biasanya digunakan sebagai adsorben dalam industri penjernihan air, gula dan pembersih minyak dan lemak, kimia dan farmasi (Sembiring dan Tuti, 2003).

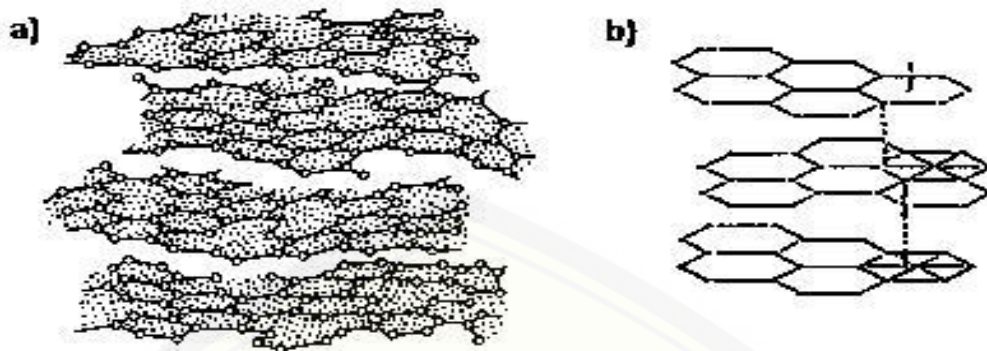
#### 2.4 Struktur Fisik dan Kimia Karbon Aktif

Struktur dasar karbon aktif berupa struktur kristalin yang sangat kecil. Karbon aktif memiliki bentuk amorf yang tersusun atas lapisan bidang datar dimana atom-atom karbon tersusun dan terikat secara kovalen dalam tatanan atom-atom heksagonal. Gambar 2.2 menunjukkan skema struktur karbon aktif yang setiap garisnya menunjukkan lapisan atom-atom karbon yang berbentuk heksagonal (Sudibandriyo, 2003).



Gambar 2.2. Ilustrasi Skema Struktur Karbon Aktif (Sudibandriyo, 2003).

Adanya lapisan atom-atom karbon yang berbentuk heksagonal dan adanya mikrokristalin pada karbon aktif ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 (a) Lapisan Atom Karbon Heksagonal dan (b) Struktur Mikro kristalin Karbon Aktif (Sudibandriyo, 2003; Pujiyanto, 2010).

Karbon aktif umumnya berbentuk butiran dan serbuk. Karbon aktif berbentuk serbuk halus memiliki distribusi ukuran partikel 5-10  $\mu\text{m}$ . Karbon aktif berbentuk butiran memiliki ukuran 0,8-1,2 mm. Porositas karbon aktif terbentuk pada saat proses karbonisasi. Karbon aktif mempunyai 3 ukuran pori, yaitu mikropori (< 2 nm), mesopori (2–50 nm), dan makropori (> 50 nm) (Marsh, 2006). Gambar 2.4 menunjukkan skema struktur pori pada karbon aktif.

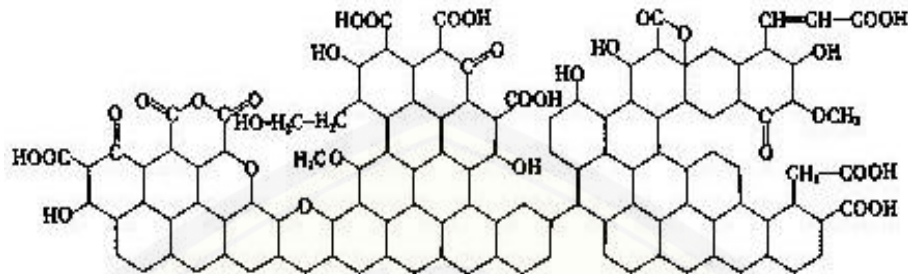


Gambar 2.4 Skema Struktur Pori Karbon Aktif (Manocha, 2003).

Karbon aktif mengandung sejumlah kecil hidrogen dan oksigen yang terikat pada gugus fungsi misalnya karboksil, fenol, dan eter. Gugus fungsi ini dapat berasal dari bahan baku karbon aktif. Selain itu, gugus fungsi pada karbon aktif juga terbentuk selama proses aktivasi oleh karena adanya interaksi radikal bebas permukaan karbon dengan oksigen atau nitrogen yang berasal dari atmosfer. Gugus fungsi ini menjadikan permukaan karbon aktif reaktif secara kimia dan



dapat memengaruhi sifat adsorpsinya (Murti, 2008). Ilustrasi struktur kimia karbon aktif dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Ilustrasi Struktur Kimia Karbon Aktif (Sudibandriyo, 2003).

## 2.5 Arang Tempurung Kelapa

Arang tempurung kelapa adalah arang yang menghasilkan karbon dengan pori-pori lebih terbuka. Arang tempurung kelapa mempunyai permukaan yang luas dan berongga dengan struktur yang berlapis (Basuki *et al.*, 2008). Pohan *et al* (2002) menyatakan bahwa tempurung kelapa mempunyai luas permukaan yang paling besar dibandingkan dengan bahan arang lainnya. Arang tempurung kelapa umumnya mempunyai luas permukaan dalam antara 500-1500 m<sup>2</sup>/g sehingga sangat efektif dalam menangkap partikel-partikel yang sangat halus.

Pori-pori arang tempurung kelapa mempunyai bentuk dan ukuran yang bervariasi dan tidak teratur, berkisar antara 10-10000 Å. Pori-pori ini dapat menangkap dan menjerap partikel-partikel sangat halus. Semakin banyaknya zat-zat yang diadsorpsi maka pori-pori ini pada akhirnya akan jenuh (Basuki *et al.*, 2008).

## 2.6 Aktivasi Arang

Aktivasi adalah perlakuan yang diberikan terhadap arang dengan tujuan untuk memperbesar pori yaitu dengan cara memecahkan ikatan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul-molekul permukaan sehingga arang mengalami perubahan sifat, baik fisik maupun kimia, yaitu luas permukaannya bertambah besar dan berpengaruh terhadap daya adsorpsi (Sembiring dan Sinaga, 2003). Proses aktivasi memerlukan zat aktivator. Aktivator adalah senyawa kimia yang

berfungsi sebagai reagen pengaktif dan zat ini akan mengaktifkan atom-atom karbon sehingga daya serapnya menjadi lebih baik. Zat aktivator tersebut akan memasuki pori dan membuka permukaan karbon yang tertutup, dengan demikian pada saat dilakukan proses pemanasan senyawa pengotor yang berada dalam pori menjadi lebih mudah terserap sehingga luas permukaan karbon aktif semakin besar dan meningkatkan daya serapnya. Menurut Kirk dan Othmer (1978), bahan kimia yang dapat digunakan sebagai pengaktif diantaranya  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{ZnCl}_2$ ,  $\text{NaOH}$ , dan sebagainya.

Produk hasil karbonisasi tidak dapat diaplikasikan sebagai adsorben (karena struktur porusnya tidak berkembang) tanpa adanya tambahan aktivasi. Metode aktivasi dibagi menjadi 2, yaitu metode aktivasi fisika dan metode aktivasi kimia.

#### a. Metode aktivasi fisika

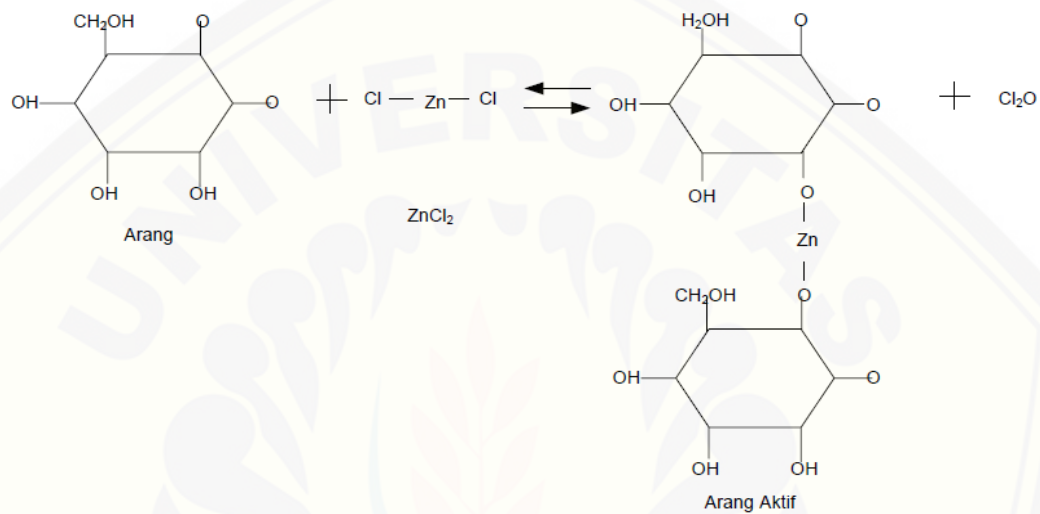
Aktivasi fisika adalah proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan bantuan panas, uap, dan gas  $\text{N}_2$  (Sembiring dan Sinaga, 2003). Jankowska *et al* (1991) menyatakan bahwa “aktivasi secara fisika dapat dilakukan dengan pemanasan secara langsung dengan oksidasi gas. Gas-gas yang sering digunakan antara lain uap air, karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), oksigen ( $\text{O}_2$ ) dan nitrogen ( $\text{N}_2$ ). Gas-gas tersebut berfungsi untuk mengembangkan struktur rongga yang ada pada arang, sehingga memperluas permukaannya dan menghilangkan konstituen yang mudah menguap serta membuang produksi tar atau hidrokarbon pengotor pada arang. Faktor-faktor yang mempengaruhi dalam aktivasi secara fisika adalah jenis gas yang digunakan, suhu aktivasi dan laju alir gas pengoksida.

#### b. Metode aktivasi kimia

Aktivasi kimia adalah proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan pemakaian bahan-bahan kimia. Aktivasi secara kimia biasanya menggunakan bahan-bahan pengaktif seperti garam kalsium klorida ( $\text{CaCl}_2$ ), magnesium klorida ( $\text{MgCl}_2$ ), seng klorida ( $\text{ZnCl}_2$ ), natrium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ), natrium karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), asam fosfat ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) dan natrium klorida ( $\text{NaCl}$ ) (Sembiring dan Sinaga, 2003). Aktivasi kimia memiliki kerugian seperti pada proses pencucian bahan-bahan kimia tersebut terkadang sulit dihilangkan,

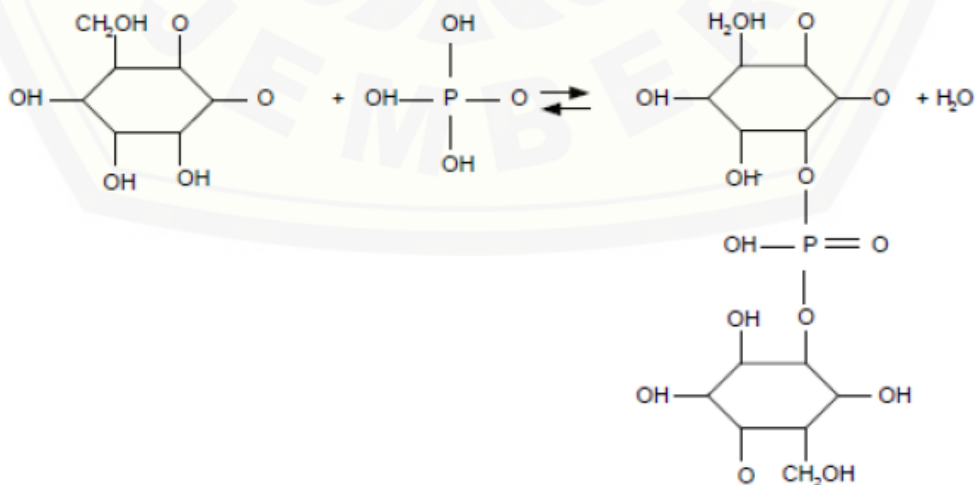
sedangkan keuntungannya adalah waktu aktivasi relatif pendek, karbon aktif yang dihasilkan lebih banyak dan daya penyerapan terhadap suatu adsorbat akan lebih baik (Jankowska, *et al*, 1991).

Pembakaran tidak sempurna dari proses pembuatan arang aktif akan menghasilkan CO, H<sub>2</sub>O dan C. Unsur C inilah yang akan diaktivasi. Mekanisme reaksi aktivasi arang dengan aktivator ZnCl<sub>2</sub> dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Mekanisme aktivasi menggunakan aktivator ZnCl<sub>2</sub> (Meike *et al*, 2012).

Asam fosfat (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) sebagai agen aktivator dapat menyerap kandungan mineral pada bahan yang akan dijadikan karbon aktif sehingga mencegah terbentuknya abu pada karbon aktif. Mekanisme reaksi aktivasi arang dengan aktivator H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> ditunjukkan pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Mekanisme aktivasi menggunakan aktivator H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> (Meike *et al*, 2012).

## 2.7 Adsorpsi

Adsorpsi adalah suatu peristiwa fisik atau kimia pada permukaan yang dipengaruhi oleh suatu reaksi kimia antara adsorben dan adsorbat (Ketaren, 1986). Setyaningsih (1995) menyatakan adsorpsi adalah proses terjadinya perpindahan massa adsorbat dari fasa gerak (fluida pembawa adsorbat) ke permukaan adsorben. Adsorpsi terjadi karena adanya gaya tarik menarik antara molekul adsorbat dengan tempat-tempat aktif permukaan adsorben.

Adsorpsi adalah suatu peristiwa fisik pada permukaan suatu bahan, yang tergantung dari *specific affinity* antara adsorben dan adsorbat. Adsorpsi akan terjadi karena adanya perbedaan energi potensial antara permukaan adsorben dan zat yang diserap (Ketaren, 1986). Adsorpsi dibagi menjadi dua yaitu:

### 2.7.1 Adsorpsi Fisika

Proses adsorpsi ini terjadi bila gaya intermolekular lebih besar dari gaya tarik antar molekul atau gaya tarik menarik yang relatif lemah antara adsorbat dengan permukaan adsorben. Gaya ini disebut gaya *Van der Waals* sehingga adsorbat dapat bergerak dari satu bagian permukaan ke bagian permukaan lain dari adsorben. Gaya antar molekul adalah gaya tarik antara molekul-molekul fluida dengan permukaan padat, sedangkan gaya intermolekular adalah gaya tarik antar molekul-molekul fluida itu sendiri. Adsorpsi ini berlangsung cepat, dapat membentuk lapisan *multilayer* dan dapat bereaksi balik (*reversible*), karena energi yang dibutuhkan relatif rendah (Sudirjo, 2005).

### 2.7.2 Adsorpsi Kimia

Proses adsorpsi ini terjadi karena adanya reaksi antara molekul-molekul adsorbat dengan adsorben dimana terbentuk ikatan kovalen dengan ion. Gaya ikat adsorpsi ini bervariasi tergantung pada zat yang bereaksi (Sudirjo, 2005). Sifat arang aktif yang paling penting adalah daya serap. Faktor-faktor yang mempengaruhi daya serap adsorpsi yaitu:

#### 1. Jenis dan Sifat Adsorpsi

Arang aktif yang merupakan adsorben adalah suatu padatan berpori, yang sebagian besar terdiri dari unsur karbon bebas dan masing-masing berikatan

secara kovalen. Permukaan arang aktif dan struktur pori merupakan faktor yang penting. Permukaan arang aktif bersifat non polar (Sembiring dan Sinaga, 2003).

Struktur pori berhubungan dengan luas permukaan, semakin kecil pori-pori arang aktif, mengakibatkan luas permukaan semakin besar dan kecepatan adsorpsi bertambah (Sembiring dan Sinaga, 2003). Luas permukaan berpengaruh terhadap tersedianya tempat adsorpsi. Luas permukaan adsorben adalah luas persatuan masa adsorben ( $m^2/g$ ) (Weber, 1972).

## 2. Sifat Adsorbat

Kelarutan zat terlarut dalam jumlah besar merupakan faktor penting dalam adsorpsi. Kelarutan yang besar maka ikatan zat terlarut dengan pelarut lebih kuat sehingga dapat menyebabkan jumlah yang teradsorpsi kecil (Hassler, 1963).

## 3. Temperatur

Reaksi yang terjadi pada adsorpsi biasanya eksotermis, oleh karena itu adsorpsi akan besar jika temperatur rendah (Sawyer and Carty, 1987).

## 4. pH (Derajat Keasaman)

Jumlah adsorpsi dipengaruhi pH larutan, oleh karena itu pH menentukan derajat disosiasi adsorbat. pH juga dapat mempengaruhi muatan permukaan adsorben sehingga mengubah kemampuannya untuk menyerap senyawa dalam bentuk ion (Sawyer and Carty, 1987).

## 5. Waktu kontak

Arang aktif yang ditambahkan dalam suatu cairan, dibutuhkan waktu untuk mencapai kesetimbangan. Waktu yang dibutuhkan berbanding terbalik dengan jumlah arang yang digunakan. Larutan yang mempunyai viskositas tinggi, dibutuhkan waktu singgung yang lebih lama (Sembiring dan Sinaga, 2003).

## 2.8 Spektrofotometri

Spektrofotometri merupakan aplikasi spektroskopi dalam bidang pengukuran, khususnya dalam interaksi gelombang cahaya (foton) dengan materi. Analisis spektrofotometri adalah salah satu metode analisis dalam ilmu kimia yang didasarkan pada identifikasi dan kuantifikasi spesies analit berdasarkan interaksi antara gelombang cahaya dengan spesies analit. Gelombang cahaya (foton)

dimanfaatkan sebagai perantara untuk analisis kualitatif dan kuantitatif ketika berinteraksi dengan spesies analit yang dapat melalui proses absorpsi, emisi, fluoresensi, atau proses lainnya (Khopkar, 2008). Spektrofotometri sangat berhubungan dengan pengukuran besarnya absorbansi energi cahaya oleh suatu sistem kimia sebagai fungsi panjang gelombang atau pengukuran absorbansi energi cahaya oleh suatu sistem kimia pada suatu panjang gelombang tertentu (Day dan Underwood, 1998). Energi dapat terukur dalam spektrofotometer ketika energi tersebut ditransmisikan, diemisikan sebagai fungsi panjang gelombang. Spektrofotometer panjang gelombang dari sinar putih dapat langsung dideteksi dengan alat pengurai seperti prisma maupun celah optis (Gandjar dan Rohman, 2012).

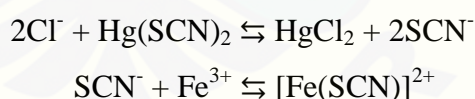
Metode spektrofotometri mempunyai keuntungan yaitu dapat memberikan cara yang sederhana untuk menetapkan nilai kuantitas dari suatu zat yang sangat kecil. Metode spektrofotometri dapat memberikan hasil pengukuran yang cukup akurat, hasil yang terbaca akan muncul dan tercatat oleh detektor yang akan muncul dalam bentuk angka. Hal yang harus diperhatikan dalam menggunakan metode spektrofotometri seperti saat pengenceran alat harus betul-betul bersih dari zat pengotor, alat-alat yang digunakan harus steril, jumlah zat yang dibutuhkan harus sesuai dengan yang telah ditentukan, sampel yang digunakan dalam spektrofotometri UV merupakan larutan jernih dan tidak keruh, dan sampel yang digunakan dalam spektrofotometri Vis merupakan larutan berwarna (Yahya, 2013).

Alat spektrofotometer terdiri dari spektrometer dan fotometer. Spektrometer merupakan penghasil sinar dari spektrum dengan panjang gelombang tertentu. Fotometer adalah pengukur intensitas cahaya yang ditransmisikan atau diabsorpsi (Khopkar, 2010). Spektrofotometri sinar tampak memiliki warna yang spesifik terhadap panjang gelombangnya. Sinar tampak memiliki kisaran panjang gelombang antara 400–750 nm (Gandjar dan Rohman, 2012).

Metode spektrofotometri UV dan sinar tampak berdasarkan pada hukum Lambert-Beer. Hukum Lambert-Beer menyatakan bahwa daerah serapan akan sebanding dengan ketebalan dan konsentrasi larutan, dengan kata lain semakin

tinggi daerah serapannya maka semakin besar ketebalan dan konsentrasi larutannya (Khopkar, 2010). Analisis kuantitatif zat tunggal dalam metode spektrofotometri *visible* dilakukan dengan mengukur nilai absorbansi (A) pada panjang gelombang maksimum. Penentuan panjang gelombang maksimum dikarenakan pada panjang gelombang tersebut terjadi perubahan absorbansi dalam setiap kadar yang paling besar, sehingga akan diperoleh kepekaan analisis yang maksimal. Hal lain karena pita serapan dalam kisaran panjang gelombang maksimum akan memberikan kesalahan semimum mungkin untuk dapat memenuhi hukum Lambert-Beer (Mulja dan Suharman, 1995).

Ion klorida dapat ditentukan menggunakan metode spektrofotometri *visible* dengan menggunakan reagen yang spesifik. Reagen yang digunakan yaitu merkuri tiosianat. Ion klorida dalam sampel akan bereaksi dengan merkuri tiosianat untuk membentuk merkuri klorida dan membebaskan ion tiosianat. Ion tiosianat bereaksi dengan ion besi(III) untuk membentuk sebuah kompleks besi(III) tiosianat seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.8. Intensitas warna yang terbentuk sebanding dengan konsentrasi ion klorida. Kompleks yang terbentuk akan menghasilkan warna merah yang akan terdeteksi pada panjang gelombang 460 nm, namun pada beberapa pengukuran ada yang mencapai panjang gelombang tertinggi pada 480 nm (Kramer *et al.*, 1994).



Gambar 2.8 Reaksi pembentukan kompleks besi (III) tiosianat (Kramer *et al.*, 1994).

### BAB 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia Analitik dan Laboratorium Biokimia Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember. Pelaksanaan penelitian pada bulan Juli 2017 sampai Juli 2018.

#### 3.2 Alat dan Bahan

##### 3.2.1 Alat

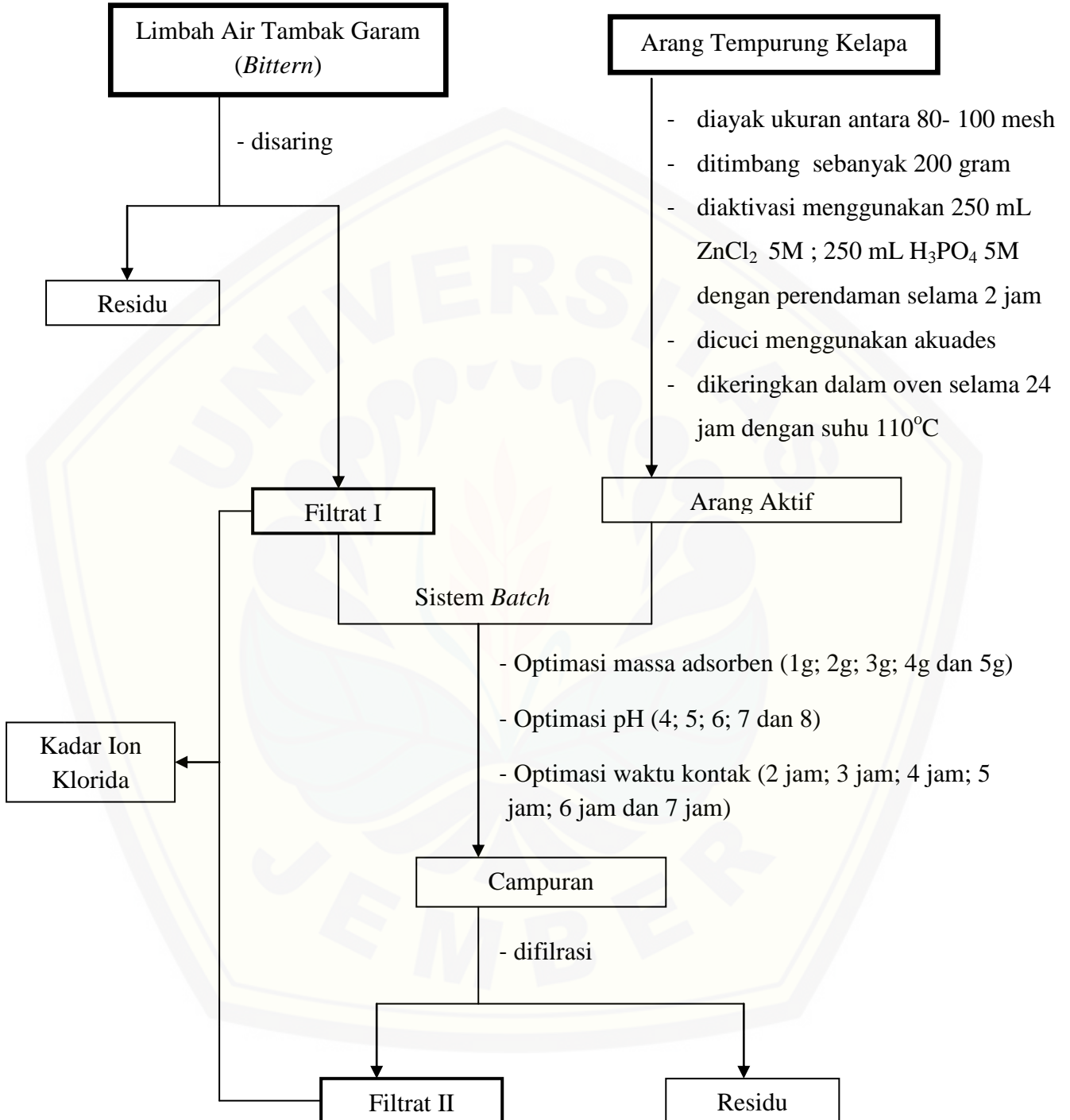
Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah gelas beaker 100 mL; 250 mL, erlenmeyer 125 mL, labu ukur 10 mL; 100mL; 250 mL, gelas ukur 10 mL; 50 mL, pipet volume 1 mL, pipet *mohr* 1 mL; 10 mL, ayakan 80 mesh dan 100 mesh, pipet tetes, corong gelas, batang pengaduk, *ball* pipet, spatula, gelas arloji, penjepit kayu, cawan porselen, pH meter (CYBERSCAN pH 300), botol semprot, oven, *shaker bath*, *magnetic stirrer*, anak stirrer, kuvet (GB-T2671) dan spektrofotometer *visible* 756 CRT.

##### 3.2.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah air tambak garam (*bittern*), akuades, NaCl (E Merck), arang tempurung kelapa (Produk metrogreen dengan kadar air <7%, debu 3%, karbon >75%), ZnCl<sub>2</sub> (E Merck), H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> (E Merck; 85%), besi (III) nitrat (Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>.9H<sub>2</sub>O), merkuri tiosianat (Hg(SCN)<sub>2</sub>) (E Merck 1.04484), pH universal, asam sitrat (E Merck), dinatrium hidrogen fosfat (E Merck), aluminium foil, kertas saring Whatman no.42.



### 3.3 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1. Diagram alir Penelitian

### 3.4 Preparasi Larutan

#### 3.4.1 Preparasi Pembuatan Larutan

##### a. Pembuatan Larutan Aktivator $ZnCl_2$ 5M

Larutan aktivator  $ZnCl_2$  5M dibuat dengan cara menimbang padatan  $ZnCl_2$  sebanyak 170,36 gram dan dilarutkan menggunakan akuades dalam labu ukur 250 mL kemudian diencerkan sampai tanda batas.

##### b. Pembuatan Larutan Aktivator $H_3PO_4$ 5M

Larutan aktivator  $H_3PO_4$  5M dibuat dengan cara menambahkan larutan induk  $H_3PO_4$  85% (16,3 M) sebanyak 76,7 mL ke dalam labu ukur 250 mL kemudian diencerkan menggunakan akuades sampai tanda batas.

##### c. Pembuatan larutan induk $Cl^-$ 1000 ppm

Larutan standart  $Cl^-$  1000 ppm dibuat dengan melarutkan 0,165 gram NaCl menggunakan akuades dalam labu ukur 100 mL kemudian diencerkan sampai tanda batas.

##### d. Pembuatan reagen Besi (III) Tiosianat

Merkuri(II) tiosianat sebanyak 0,626 g dan besi(III) nitrat sebanyak 30,3g dilarutkan dalam 500 mL akuades, kemudian ditambahkan 150 mL metanol dan 5 g asam nitrat 65 % kemudian tambahkan dengan akuades hingga volumenya 1000 mL (Hansen dan Rizicka, 1979).

##### e. Pembuatan Buffer Sitrat-Pospat pH 4, 5, 6, 7 dan 8

Asam sitrat sebanyak 5,254 gram dimasukkan ke dalam *beaker glass* kemudian dilarutkan dengan akuades. Larutan dipindahkan ke dalam labu ukur 250 mL dan ditambah dengan akuades sampai tanda batas. Sehingga, diperoleh konsentrasi larutan asam sitrat 0,1 M.

Dinatrium Hidrogen Pospat sebanyak 8,899 gram dimasukkan ke dalam *beaker glass* kemudian dilarutkan dengan akuades. Larutan dipindahkan ke dalam labu ukur 250 mL dan ditambahkan dengan akuades sampai tanda batas. Sehingga, diperoleh konsentrasi larutan Dinatrium Hidrogen Pospat 0,2 M.

Tabel 3.1 Volume Larutan asam sitrat dan Larutan Dinatrium Hidrogen Pospat yang Dibutuhkan untuk Pembuatan Buffer Sitrat-Pospat pH 3, 4, 5 dan 6

No.	pH	Larutan Asam Sitrat 0,1 M (mL)	Larutan Dinatrium Hidrogen Pospat 0,2 M (mL)
1.	4	± 45	± 25
2.	5	± 34	± 36
3.	6	± 20	± 50
4.	7	± 12	± 58
5.	8	± 3	± 67

(Svehla, 1976).

### 3.4.2 Pembuatan Kurva Kalibrasi

Pembuatan kurva kalibrasi dibuat dengan cara mengambil 1 mL larutan standar  $\text{Cl}^-$  1000 ppm menggunakan pipet mohr 10 mL, dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL dan diencerkan dengan menggunakan akuades hingga tanda batas, sehingga diperoleh larutan standar  $\text{Cl}^-$  dengan konsentrasi 10 ppm. Larutan standar  $\text{Cl}^-$  dibuat variasi konsentrasi sebesar 20; 30; 40; 50; 60 dan 70 ppm dengan mengambil larutan standar masing-masing sebanyak 2; 3; 4; 5; 6 dan 7 mL menggunakan pipet mohr 10 mL yang dimasukkan dan diencerkan menggunakan akuades pada labu ukur 100 mL hingga tanda batas. Larutan tersebut masing-masing diambil sebanyak 10 mL dan ditambahkan buffer sebanyak 10 mL sehingga diperoleh variasi konsentrasi larutan standar  $\text{Cl}^-$  sebesar 5; 10; 15; 20; 25; 30 dan 35 ppm. Larutan tersebut kemudian diambil 1 mL dan ditambahkan 4 mL reagen besi (III) tiosianat kemudian didiamkan selama 5 menit. Larutan blanko dibuat dengan mencampurkan akuades 10 mL, buffer pH 7 10 mL yang kemudian campurannya diambil 1 mL dan ditambahkan reagen besi (III) tiosianat sebanyak 5 mL. Penentuan panjang gelombang maksimum ditentukan dengan *scanning* larutan kompleks  $\text{Cl}^-$  20 ppm pada *range* panjang gelombang 400 – 600 nm dengan interval 10 nm, mendekati panjang gelombang maksimal interval diperkecil menjadi 2 nm, sehingga diperoleh panjang gelombang maksimal. Absorbansi larutan kompleks  $\text{Cl}^-$  konsentrasi 5; 10; 15; 20; 25; 30 dan 35 ppm diukur pada panjang gelombang maksimumnya dan dibuat

kurva kalibrasinya dengan sumbu x yang menyatakan konsentrasi larutan  $\text{Cl}^-$  dan sumbu y menyatakan absorbansi. Berdasarkan kurva kalibrasi yang dihasilkan akan diperoleh persamaan regresi linear dengan persamaan  $y = mx + c$ .

### 3.4.3 Pengukuran kadar ion klorida *bittern* mula-mula

*Bittern* yang sudah disaring diambil 10 mL kemudian ditambahkan buffer pH 7 sebanyak 10 mL. Larutan kemudian dipipet sebanyak 1 mL dan ditambahkan reagen besi (III) tiosianat sebanyak 4 mL kemudian didiamkan selama 5 menit. Larutan diukur dengan spektrofotometer *visible* pada panjang gelombang maksimumnya. Absorbansi yang dihasilkan tidak masuk kedalam range sehingga dilakukan pengenceran. Filtrat *bittern* mula-mula diambil sebanyak 1 mL dan diencerkan kedalam labu ukur 100 mL dengan menggunakan akuades hingga tanda batas. Larutan tersebut kemudian diambil sebanyak 10 mL dan ditambahkan buffer pH 7 sebanyak 10 mL. Larutan kemudian dipipet sebanyak 1 mL dan ditambahkan reagen besi (III) tiosianat sebanyak 4 mL kemudian didiamkan selama 5 menit. Larutan diukur dengan spektrofotometer *visible* pada panjang gelombang 464 nm.

### 3.4.4 Optimasi massa adsorben

Filtrat *bittern* sebanyak 20 mL dikondisikan pada pH 7 dengan menambahkan 20 mL buffer pH 7. Larutan tersebut dimasukkan ke dalam erlenmeyer yang telah berisi 1 gram adsorben teraktivasi  $\text{H}_3\text{PO}_4$ . Campuran diletakkan pada shaker dengan waktu kontak 3 jam, hasilnya kemudian disaring. Filtrat yang diperoleh diambil sebanyak 1 mL dan ditambahkan 4 mL reagen besi (III) tiosianat kemudian didiamkan selama 5 menit dan selanjutnya kadar ion klorida dianalisis dengan spektrofotometer *visible* pada panjang gelombang maksimum. Absorbansi yang diperoleh tidak masuk kedalam range sehingga dilakukan pengenceran dengan cara mengambil 1 mL filtrat yang diencerkan dengan menggunakan akuades pada labu ukur 10 mL hingga tanda batas. Larutan diambil sebanyak 1 mL dan ditambahkan 4 mL reagen besi (III) tiosianat kemudian didiamkan selama 5 menit dan diukur pada panjang gelombang 464 nm.

Variasi massa adsorben yang digunakan 1g; 2g; 3g; 4g dan 5 g. Cara yang sama dilakukan menggunakan adsorben teraktivasi  $ZnCl_2$ . Penentuan efektivitas penurunan massa ion klorida kemudian ditentukan menggunakan persamaan berikut :

$$\% \text{ efektivitas penurunan massa ion klorida} = \frac{C_0 - C}{C_0} \times 100\% \quad (3.1)$$

Dimana :

$C_0$  : massa ion klorida dalam sampel mula-mula (mg/L)

$C$  : massa ion klorida dalam adsorbat (mg/L)

### 3.4.5 Optimasi pH

Filtrat *bittern* sebanyak 20 mL dikondisikan pada pH 7 dengan menambahkan 20 mL. Larutan tersebut dimasukkan ke dalam erlenmeyer yang telah berisi massa adsorben teraktivasi  $H_3PO_4$  yang optimum. Campuran diletakkan pada shaker dengan waktu kontak 3 jam, hasilnya kemudian disaring. Filtrat yang diperoleh diambil sebanyak 1 mL dan ditambahkan 4 mL reagen kemudian didiamkan selama 5 menit dan selanjutnya kadar ion klorida dianalisis dengan spektrofotometer *visible* pada panjang gelombang maksimum. Absorbansi yang diperoleh digunakan untuk menentukan persentase penurunan kadar ion klorida. Absorbansi yang diperoleh tidak masuk kedalam range sehingga dilakukan pengenceran dengan cara mengambil 1 mL filtrat yang diencerkan dengan menggunakan akuades pada labu ukur 10 mL hingga tanda batas. Larutan diambil sebanyak 1 mL dan ditambahkan 4 mL reagen besi (III) tiosianat kemudian didiamkan selama 5 menit dan diukur pada panjang gelombang 464 nm. Penurunan massa ion klorida tertinggi merupakan massa pH optimalnya. Variasi pH yang digunakan yaitu 4, 5, 6, 7 dan 8. Cara yang sama dilakukan menggunakan adsorben teraktivasi  $ZnCl_2$ . Penentuan efektivitas penurunan massa ion klorida kemudian ditentukan menggunakan persamaan 3.1.

#### 3.4.6 Optimasi waktu kontak

Filtrat sebanyak 10 mL yang telah dikondisikan pada pH optimal 10 mL dan ditambahkan massa adsorben teraktivasi  $\text{H}_3\text{PO}_4$  yang optimum. Campuran diletakkan pada shaker dengan waktu kontak 2 jam, hasilnya kemudian disaring. Filtrat yang diperoleh diambil sebanyak 1 mL dan ditambahkan 4 mL reagen besi (III) tiosianat kemudian didiamkan selama 5 menit dan selanjutnya kadar ion klorida dianalisis dengan spektrofotometer *visible* pada panjang gelombang maksimum. Absorbansi yang diperoleh tidak masuk kedalam range sehingga dilakukan pengenceran dengan cara mengambil 1 mL filtrat yang diencerkan dengan menggunakan akuades pada labu ukur 10 mL hingga tanda batas. Larutan diambil sebanyak 1 mL dan ditambahkan 4 mL reagen besi (III) tiosianat kemudian didiamkan selama 5 menit dan diukur pada panjang gelombang 464 nm. Penurunan massa ion klorida tertinggi merupakan waktu kontak optimalnya. Variasi waktu kontak digunakan yaitu 2 jam; 3 jam; 4 jam; 5 jam; 6 jam dan 7 jam. Cara yang sama dilakukan menggunakan adsorben teraktivasi  $\text{ZnCl}_2$ . Penentuan efektivitas penurunan massa ion klorida kemudian ditentukan menggunakan persamaan 3.1.

## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, kesimpulan yang dapat diperoleh adalah sebagai berikut:

1. Efektivitas penurunan massa ion klorida paling efektif terjadi pada massa adsorben sebanyak 4 gram pada arang yang diaktivasi  $H_3PO_4$  dan  $ZnCl_2$  dengan persentase penurunan secara berturut-turut sebesar 89,384% dan 85,114%
2. Efektivitas penurunan massa ion klorida optimum terjadi pada pH sistem 7 pada arang yang diaktivasi  $H_3PO_4$  dan  $ZnCl_2$  dengan persentase penurunan secara berturut-turut sebesar 89,561% dan 85,428%
3. Efektivitas penurunan massa ion klorida paling efektif terjadi pada waktu kontak antara adsorben dan *bittern* selama 4 jam pada arang yang diaktivasi  $H_3PO_4$  dan  $ZnCl_2$  dengan persentase penurunan secara berturut-turut sebesar 90,138% dan 85,217%

### 5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan dari penelitian ini adalah perlu adanya penelitian lebih lanjut terkait kemampuan arang aktif tempurung kelapa dalam menyerap logam maupun ion-ion yang lainnya.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Akpakpan, A. E., E. W. NSI., Ukpong, E. J., dan Akpabio, U. D. 2016. Preparation and Characterization of Activated Carbon from Hura Crepitans Linn Seed Shells. *The International Journal Of Engineering And Science*. 9: 38-41.
- Austin, G.T. 1996. *Industri Proses Kimia. Jilid 1 Edisi Kelima*. Jakarta: Erlangga.
- Basuki, K. T., Setiawan, B., dan Nurimaniwati. 2008. *Penurunan Konsentrasi CO dan NO<sub>2</sub> pada Emisi Gas Buang Menggunakan Arang Tempurung Kelapa yang Disisipi TiO<sub>2</sub>*. Yogyakarta: SDM Teknologi Nuklir ISSN 1978-0176.
- Budiono, Ari, dkk. 2007. *Pengaruh Aktivasi Arang Tempurung Kelapa Dengan Asam Sulfat dan Asam Fosfat Untuk Adsorpsi Fenol*. Universitas Diponegoro. Semarang
- Day, R. A. and A. L. Underwood. 1998. *Analisis Kimia Kualitatif Edisi Kelima*. Jakarta: Erlangga.
- Departemen Kesehatan (2002). *Keputusan Menteri Kesehatan RI No.907/MENKES/SK/VII/2002 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum*. Jakarta
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanasius.



Hadiwidodo, M. 2008. Penggunaan Abu Sekam Padi sebagai Adsorben dalam Pengolahan Air Limbah yang Mengandung Logam Cu. *Jurnal Teknik*. 1:55- 63.

Hassler, W.J. 1963. *Activated Carbon*. New York: Chemical Publishing Company Inc.

H. Teng dan L. Y. Hsu. 1999. Carbons Prepared from Bituminous Coal with Potassium Hydroxide Activation. *Industrial and Engineering Chemistry Research. Journal*. 38 (2947 – 2953).

Jabit, N. B. 2007. The Production and Characterization of Activated Carbon Using Local Agricultural Waste Through Chemical Activation Process. *Thesis*. Malaysia. University Sains Malaysia

Jankowska, H. Swiatkowski, A. dan Choma, J. 1991. *Active Carbon*. London: Horwood.

Judjono, S. 2001. Hubungan Densiti dengan Konsentrasi Senyawa Makro di dalam Proses Pemekatan Bittern. *Skripsi*. Surabaya: Jurusan Teknik Kimia FTI-ITS.

Kenneth, A.K., Gimba, C. E., Agbaji, B. E., dan Abechi, S. E. 2015. Removal of Nitrite, Chloride and Phosphate ions from hospital wastewater using Neem

(*Azadirachta Indica*) Activated Carbon. *Archives of Applied Science Research*. 7(4):51-55.

Ketaren, S. 1986. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Jakarta: UI-Press.

Khopkar, S.M. 1990. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta: UI-Press.

Kirk, R.E., dan Othmer, D.F. 1964. *Encyclopedia of Chemical Technology Second Edition*. USA: Brooks.

Kirk, R.E., dan Othmer, D.F. 1978. *Encyclopedia of Chemical Technology*. New York: The Interscience Encyclopedia Inc.

Kramer Dietmar, Erwin Rosenberg, Achim Krug, Robert Kellner, Wolfgang Hutter dan Werner Hampel. 1994. Quantitative determination of chloride by means of flow injection analysis with spectrophotometric detection in the UV/Vis range. *Mikrochimica Acta* 116: 183-189.

Kurniawan dan Wicaksono. 2006. Uji Coba Penjernihan dan Penghilangan Bau Limbah Tapioka dengan Menggunakan Arang Aktif dari Tempurung Kelapa (Studi Aktivasi Dengan Pengasaman). *Jurnal*. Semarang: Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

Lewis, R.J. 2001. *Hawley's Condensed Chemical Dictionary 14<sup>th</sup>* ed. New York: John Wiley & Sons, Inc. Manocha, S. M. 2003. *Porous Carbons*. India: Journal Sadhana.

Marsh, H. dan Francisco R. R. 2006. *Activated Carbon*. Belanda: Elsevier. Science&Technology Books.

Meike S. Sangi, Lidya I. Mommart, dan Maureen Kumaunang. Uji Toksisitas dan Skrining Fitokimia Tepung Gabah Pelepah Aren (*Arenga Pinnata*). *Jurnal Ilmiah Sains* 12(2).

Murti, S. 2008. Pembuatan Karbon Aktif dari Tongkol Jagung untuk Adsorpsi Molekul Amonia dan Ion Krom. *Skripsi*. Depok: Universitas Indonesia.

Nugroho dan Setyo. 2013. Removal Klorida, TDS dan Besi pada Air Payau Melalui Penukar Ion dan Filtrasi Campuran Zeolit Aktif dengan Karbon Aktif. *Jurnal Teknik Waktu*. 11(1).

Nurwidiyani, R.. 2014. Sintesis Magnetit Terlapis Hibrida Amino Silika untuk Sorpsi Ion Au(III) dalam Sistem Multilogam Au(III)-Cu(II)-Ni(II). *Tesis*. Yogyakarta: Jurusan Kimia FMIPA UGM.

Pambayun, Gilar S., Remigius Y.E. Yulianto, M. Rachimoellah dan Endah M.M. Putri. 2013. Pembuatan Karbon Aktif dari Arang Tempurung Kelapa dengan Aktivator ZnCl<sub>2</sub> dan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> sebagai Adsorben untuk

Mengurangi Kadar Fenol dalam Air Limbah. *Jurnal Teknik Pomits*. 2(1).

Panjaitan. R.R. 2009. *Research of Chloride Test In Sulphate Acid Commodity*.<http://www.bsn.go.id/files/348256349/Litbang%202009/Bab%203.pdf>.

Peni, S. 2001. *Perbandingan Tingkat Penyerapan Arang Aktif , Breksi Batu Apung dan Kulit Terhadap Zat Warna Limbah Cair Industri Batik*. Surakarta: Program Pasca Sarjana UNS.

Pohan, H. G., Siallagan., Christiana., dan Rianti, W. 2002. *Pengaruh Suhu dan Konsentrasi Natrium Hidroksida Pada Pembuatan Karbon Aktif dari Sekam Padi*. Jakarta: Balai Pengembangan Industri Hasil Pertanian (BBIHP) Departemen Perindustrian dan Perdagangan Bekerjasama dengan FMIPA Jurusan Kimia Universitas Indonesia.

Pujiyanto. 2010. *Pembuatan Karbon Aktif Super dari Batubara dan Tempurung Kelapa*. *Skripsi*. Depok: Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Kimia, Universitas Indonesia.

Purbani, D. 2001. *Proses pembentukan Kristalisasi Garam*. Pusat Riset Wilayah Laut dan Sumberdaya Nonhayati. Badan Riset Kelautan dan perikanan Departemen Kelautan dan Perikanan.

Raharjo, S. 1997. Pembuatan Karbon Aktif dari Serbuk Gergajian Pohon Jati dengan NaCl sebagai Bahan Pengaktif. *Skripsi*. Malang: Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya.

Rahman pour S.H., Sharifirad M. Koohyar F., and Vahidifar M. 2012. Preparation of Activated Carbon from Phragmites Australis: Equilibrium Behaviour Study. *Research Journal of Chemical Sciences* ISSN 2277-2502 .1(8) 10-16.

Sato, A., Rasmito, A., dan Soewarno, J. 2010. *Epsomite Crystal From Bittern*. Surabaya: Department of Chemical Engineering Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya.

Sawyer, C.N. Mc Carty, P.L. 1997. *Chemistry for Engineering*. New York: Mc Graw Hill Boox Campany.

Sembiring, M. T dan Sinaga. T. S. 2003. *Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatan)*. Universitas Sumatra Utara. Medan.

Sembiring, M. T., dan Tuti S. S. 2003. Arang Aktif, Pengenalan dan Proses Pembuatannya. *Skripsi*. Medan: Universitas Sumatra Utara.

Setyaningsih, H. 1995. Pengolahan Limbah Batik dalam Proses Kimia dan Adsorpsi

Karbon Aktif. *Tesis*. Jakarta: Program Pascasarjana. Universitas Indonesia.

Shevla, G. 1985. *Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro Terjemahan Aloysius Hadjana Pujaatmika dar Textbook of Macro and Semimicro Qualitative Inorganik Analysis (1979)*. Fifth Edition. Jakarta: PT Kalman Media Pusaka.

Standar Nasional Indonesia. 1995. SNI 06-3730-1995: *Arang Aktif Teknis*. Jakarta: Dewan Standarisasi Nasional.

Subadra, I. Setiaji, B. dan Tahir, I. 2005. *Activated Carbon Production From Coconut Shell With (NH<sub>4</sub>)HCO<sub>3</sub> Activator As An Adsorbent In Virgin Coconut Oil Purification*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.

Subiarto. 2000. *Pengolahan Limbah Radioaktif (SR-90) dengan Arang Aktif Lokal dengan Metode Kolom*. Serpong: Pusat pengembangan pengolahan limbah radioaktif.

Sudaryanto. (1989). *Kandungan Nutrisi dalam Kulit Singkong*. Balai Penelitian Ternak (Balitnak).

Sudibandriyo, M. 2003. Ph. D dissertation: *A Generalized Ono-Kondo Lattice Model for High Pressure on Carbon Adsorben*. Oklahama: Oklahama State University.

Sudiby, Agus dan Irma Susanti. 2011. *Studi Pemanfaatan Air Bittern Sebagai Suplemen dan Pengawetan Produk Pangan*. Balai Besar Industri Agro. Bogor.

Sudirjo, E. 2005. *Penentuan Distribusi Benzen Toluene pada Kolom Adsorpsi Fixed Bed Carbon Active*. Jakarta: Jurusan Teknik, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

Viswanathan. 2008. *A Process For The Preparation Of Activated Carbon From Botanical Sources*. Indian Pat.

Weber, Jr. W.J. 1972. *Physics Chemical Process for Water Quality Control*. New York: John Wiley Interscience.

Yamliha, A., Bambang D.A., dan Wahyunanto A.N., 2013, Pengaruh Ukuran Zeolite terhadap Penyerapan Karbondioksida (CO<sub>2</sub>) pada Aliran Biogas. *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*. 1(2).

Yuniarti, E.F. 2008. Model Peningkatan Daya Saing Industri Garam Menggunakan Sistem Dinamis. *Tesis*. Sekolah Pascasarjana Jurusan Magister Bisnis Teknologi. Bandung: Institut Teknologi Bandung.

## LAMPIRAN

3.1 Pembuatan larutan aktivator  $\text{ZnCl}_2$  5M

$$M = \frac{n}{V} = \frac{\text{massa}}{M_r \times V}$$

$$5 \text{ mol/L} = \frac{\text{massa}}{136,29 \text{ g/mol} \times 250 \text{ mL}}$$

$$\text{massa} = 5 \text{ mol/L} \times 136,29 \text{ g/mol} \times 0,25 \text{ L}$$

$$\text{massa} = 170,36 \text{ g}$$

3.2 Pembuatan larutan aktivator  $\text{H}_3\text{PO}_4$  5 M

$$\rho = \frac{\text{massa}}{V}$$

$$\text{massa} = \rho \times V$$

$$\text{massa} = 1,88 \frac{\text{g}}{\text{mL}} \times 250 \text{ mL}$$

$$\text{massa} = 470 \text{ g}$$

$$\text{massa} = 470 \text{ g} \times 85\% = 399,5 \text{ g}$$

$$n = \frac{\text{massa}}{M_r}$$

$$n = \frac{399,5 \text{ g}}{97,99 \text{ g/mol}}$$

$$n = 4,0769 \text{ mol}$$

$$M = \frac{\text{mol}}{V} = \frac{4,0769 \text{ mol}}{0,25 \text{ L}} = 16,31 \text{ mol/L}$$

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

$$16,31 \text{ M} \times V_1 = 5 \text{ M} \times 0,25 \text{ L}$$

$$V = \frac{5 \text{ M} \times 0,25 \text{ L}}{16,3 \text{ M}} = 0,0767 \text{ L} = 76,7 \text{ mL}$$



### 3.3 Pembuatan larutan standar ion klorida 1000 ppm

$$100 \text{ ppm} = 100 \text{ mg/L} = 0,1 \text{ g/L}$$

$$\text{massa Cl}^- = \frac{\text{Ar Cl}}{\text{Mr NaCl}} \times \text{massa NaCl}$$

$$0,1 \text{ g} = \frac{35,5 \text{ g/mol}}{58,5 \text{ g/mol}} \times \text{massa NaCl}$$

$$\text{massa NaCl} = \frac{58,5 \times 0,1}{35,5}$$

$$\text{massa NaCl} = 0,165 \text{ g}$$

Larutan standar ion klorida dibuat dengan cara melarutkan 0,165 gram padatan NaCl dalam 100 mL akuades, sehingga didapatkan larutan standar ion klorida dengan konsentrasi 1000 ppm.

### 3.4 Pengenceran larutan standar ion klorida

- Konsentrasi 10 ppm

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

$$V = \frac{10 \text{ ppm} \times 100 \text{ mL}}{1000 \text{ ppm}}$$

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

Larutan induk dipipet sebanyak 1 mL kemudian diencerkan dengan akuades dalam labu ukur 100 mL sampai tanda batas, sehingga didapatkan konsentrasi 10 ppm. Cara yang sama dilakukan untuk membuat larutan standar ion klorida dengan konsentrasi 20 ppm; 30 ppm; 40 ppm; 50 ppm; 60 ppm dan 70 ppm.

### 3.5 Pembuatan larutan $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0,2 M

$$n = 0,2 \text{ mol/L} \cdot 0,25 \text{ L} = 0,05 \text{ mol}$$

$$\text{massa} = n \times \text{Mr} = 0,05 \text{ mol} \times 177,99 \text{ g/mol}$$

$$= 8,899 \text{ gram}$$

### 3.6 Pembuatan larutan asam sitrat 0,1 M

$$n = 0,1 \text{ mol/L} \cdot 0,25 \text{ L} = 0,025 \text{ mol}$$

$$\text{massa} = n \times M_r = 0,025 \text{ mol} \times 210,14 \text{ g/mol}$$

$$= 5,2535 \text{ gram}$$

### 3.7 Scanning panjang gelombang

Interval 10 nm

Panjang Gelombang (nm)	Absorbansi			Rata-Rata
	1	2	3	
400	0,601	0,601	0,602	0,601
410	0,612	0,611	0,612	0,612
420	0,630	0,630	0,630	0,630
430	0,685	0,685	0,685	0,685
<b>450</b>	<b>0,712</b>	<b>0,711</b>	<b>0,712</b>	<b>0,712</b>
<b>460</b>	<b>0,745</b>	<b>0,745</b>	<b>0,744</b>	<b>0,745</b>
<b>470</b>	<b>0,740</b>	<b>0,741</b>	<b>0,741</b>	<b>0,741</b>
<b>480</b>	<b>0,708</b>	<b>0,708</b>	<b>0,709</b>	<b>0,708</b>
490	0,679	0,678	0,679	0,679
500	0,651	0,652	0,652	0,652
510	0,624	0,625	0,624	0,624
520	0,604	0,603	0,604	0,604
530	0,574	0,573	0,573	0,573
540	0,558	0,558	0,559	0,558
550	0,524	0,524	0,523	0,524
560	0,498	0,498	0,497	0,498
570	0,465	0,465	0,464	0,465
580	0,425	0,425	0,424	0,425
590	0,382	0,381	0,381	0,381
600	0,248	0,248	0,247	0,248

Interval 2 nm

Panjang Gelombang (nm)	Absorbansi			Rata-Rata
	1	2	3	
450	0,713	0,713	0,713	0,713
452	0,721	0,721	0,721	0,721
454	0,729	0,729	0,729	0,729
456	0,735	0,735	0,735	0,735
458	0,741	0,741	0,741	0,741
460	0,744	0,744	0,744	0,744
462	0,748	0,748	0,748	0,748
<b>464</b>	<b>0,750</b>	<b>0,750</b>	<b>0,750</b>	<b>0,750</b>
466	0,748	0,748	0,748	0,748
468	0,746	0,746	0,746	0,746
470	0,742	0,742	0,742	0,742
472	0,738	0,738	0,738	0,738
474	0,733	0,733	0,733	0,733
476	0,725	0,725	0,725	0,725
478	0,718	0,718	0,718	0,718
480	0,709	0,709	0,709	0,709

### 3.8 Kurva kalibrasi panjang gelombang maks 464 nm

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi			Rata-Rata
	1	2	3	
5	0,195	0,194	0,196	0,195
10	0,350	0,352	0,351	0,350
15	0,474	0,475	0,476	0,475
20	0,612	0,613	0,613	0,613
25	0,749	0,750	0,751	0,750
30	0,881	0,880	0,881	0,880
35	0,984	0,985	0,986	0,985

### 3.9 Pengukuran kadar ion klorida dalam bittern

Panjang Gelombang maks	Absorbansi			ppm
	1	2	3	
464 nm	0,584	0,584	0,584	19,109

$$y = 0,0265 x + 0,0776$$

$$0,584 = 0,0265 x + 0,0776$$

$$0,0265 x = 0,584 - 0,0776$$

$$0,0265 x = 0,5064$$

$$x = 19,109$$

$$fp = 200$$

$$x = 19,109 \times 200$$

$$x = 3821,8 \text{ ppm}$$

sehingga, massa ion klorida mula-mula,

$$x = 3821,8 \text{ mg/L} \times 0,01 \text{ L} = 38,218 \text{ mg}$$

#### 4.1 Penentuan massa ion klorida pada adsorbat (proses adsorpsi menggunakan arang teraktivasi H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>)

##### a. Massa ion klorida pada adsorbat

Massa (g)	Volume adsorbat (mL)	Absorbansi	Konsentrasi Cl <sup>-</sup> (ppm)	fp	Konsentrasi Cl <sup>-</sup> (ppm)	Massa Cl <sup>-</sup> (mg)
1	39	0,880	30,279	10	302,79	11,809
2	38	0,748	25,298	10	252,98	9,613
3	37,5	0,625	20,619	10	206,19	7,746
4	35	0,378	11,336	10	113,36	3,968
5	33	0,223	5,562	10	55,62	1,186

Contoh perhitungan penentuan kadar ion klorida pada adsorbat pada massa 1 gram dan volume adsorbat 39 mL

$$y = 0,0265 x + 0,0776$$

$$0,880 = 0,0265 x + 0,0776$$

$$0,0265 x = 0,880 - 0,0776$$

$$0,0265 x = 0,8024$$

$$x = 30,2792$$

$$\text{fp} = 10 \rightarrow x = 302,792 \text{ ppm}$$

massa Cl<sup>-</sup> (mg) dalam 39 mL adsorbat →

$$\begin{aligned} \text{massa} &= \frac{30,279 \times 10 \times 39 \text{ mL}}{1000 \text{ mL}} \\ &= 11,809 \text{ mg Cl}^- \end{aligned}$$

b. Penurunan massa ion klorida pada *bittern*

Massa adsorben (g)	Massa Cl <sup>-</sup> mula-mula (mg)	Massa rata-rata Cl <sup>-</sup> sisa (mg)	Massa Cl <sup>-</sup> yang diadsorpsi (mg)	Persen penyerapan massa Cl <sup>-</sup> (%)
1		11,804	26,414	69,114
2		9,660	28,558	74,723
3	38,218	7,673	30,545	79,924
4		4,057	34,161	89,384
5		1,859	36,359	95,134

Cara perhitungan massa Cl<sup>-</sup> yang diadsorpsi pada massa adsorben 1 gram

$$\begin{aligned} \text{Massa Cl}^- &= 38,218 \text{ mg} - 11,804 \text{ mg} \\ &= 26,414 \text{ mg} \end{aligned}$$

Cara perhitungan persen penurunan massa Cl<sup>-</sup> pada massa adsorben 1 gram

$$\begin{aligned} \% \text{ penyerapan} &= \frac{\text{massa Cl}^- \text{ awal} - \text{massa Cl}^- \text{ akhir}}{\text{massa Cl}^- \text{ awal}} \times 100\% \\ &= \frac{(38,218 - 11,804)}{38,218} \times 100\% \\ &= 0,69114 \times 100\% \\ &= 69,114 \% \end{aligned}$$

#### 4.2 Penentuan massa ion klorida pada adsorbat (proses adsorpsi menggunakan arang teraktivasi ZnCl<sub>2</sub>)

##### a. Massa ion klorida pada adsorbat

Massa (g)	Volume adsorbat (mL)			Absorbansi			Konsentrasi Cl <sup>-</sup> (ppm)			fp	Konsentrasi Cl <sup>-</sup> (ppm)			Massa Cl <sup>-</sup> (mg)		
1	39	39	39	0,885	0,886	0,885	30,468	30,506	30,468	10	304,68	305,06	304,68	11,883	11,897	11,883
2	38,5	38	38,5	0,767	0,768	0,767	26,015	26,053	26,015	10	260,15	260,53	260,15	10,016	10,016	10,016
3	37	37	37	0,662	0,662	0,663	22,053	22,053	22,091	10	220,53	220,53	220,91	8,159	8,159	8,174
4	36,5	36	35	0,498	0,499	0,498	15,864	15,902	15,902	10	158,64	159,02	159,02	5,790	5,725	5,552
5	33,5	34	34	0,382	0,383	0,382	11,487	11,525	11,525	10	114,87	115,25	115,25	3,848	3,918	3,918

Contoh perhitungan penentuan kadar ion klorida pada adsorbat pada massa 1 gram dan volume adsorbat 39 mL

$$y = 0,0265 x + 0,0776$$

$$0,885 = 0,0265 x + 0,0776$$

$$0,0265 x = 0,885 - 0,0776$$

$$0,0265 x = 0,8074$$

$$x = 30,468$$

$$\text{fp} \rightarrow 10 \quad x = 304,68 \text{ ppm}$$

Massa Cl<sup>-</sup> (mg) dalam 39 mL adsorbat →

$$\begin{aligned} \text{massa} &= \frac{30,468 \times 10 \times 39 \text{ mL}}{1000 \text{ mL}} \\ &= 11,883 \text{ mg Cl}^- \end{aligned}$$

b. Penurunan massa ion klorida pada *bittern*

Massa adsorben (g)	Massa Cl <sup>-</sup> mula-mula (mg)	Massa rata-rata Cl <sup>-</sup> sisa (mg)	Massa Cl <sup>-</sup> yang diadsorpsi (mg)	Persen penurunan massa Cl <sup>-</sup> (%)
1		11,887	26,331	68,896
2		9,977	28,241	73,894
3	38,218	8,164	30,054	78,638
4		5,689	32,529	85,114
5		3,891	34,327	89,819

Cara perhitungan massa Cl<sup>-</sup> yang diadsorpsi pada massa adsorben 1 gram

$$\begin{aligned} \text{Massa Cl}^- &= 38,218 \text{ mg} - 11,887 \text{ mg} \\ &= 26,331 \text{ mg} \end{aligned}$$

Cara perhitungan persen penurunan massa Cl<sup>-</sup> pada massa adsorben 1 gram

$$\begin{aligned} \% \text{ penyerapan} &= \frac{\text{massa Cl}^- \text{ awal} - \text{massa Cl}^- \text{ akhir}}{\text{massa Cl}^- \text{ awal}} \times 100\% \\ &= \frac{(38,218 - 11,887)}{38,218} \times 100\% \\ &= 0,68896 \times 100\% \\ &= 68,896 \% \end{aligned}$$



### 4.3 Penentuan persen penyerapan massa ion klorida

Massa AA (gram)	Absorbansi						[Cl <sup>-</sup> ] rata-rata (ppm)		Massa Cl <sup>-</sup> rata-rata (mg)		Penyerapan (%)	
	a			b			a	b	a	b	a	b
1	0,880	0,879	0,880	0,885	0,886	0,885	302,67	304,81	11,804	11,887	69,114	68,896
2	0,748	0,748	0,749	0,767	0,768	0,767	253,23	260,28	9,660	9,977	74,723	73,894
3	0,625	0,624	0,625	0,662	0,662	0,663	206,44	220,66	7,673	8,164	79,924	78,638
4	0,378	0,378	0,377	0,498	0,499	0,498	113,11	158,89	4,057	5,689	89,384	85,114
5	0,225	0,223	0,224	0,382	0,383	0,382	55,25	115,12	1,859	3,891	95,134	89,819

Keterangan:

a = adsorben H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>

b = adsorben ZnCl<sub>2</sub>

Cara perhitungan persen penurunan massa Cl<sup>-</sup> pada massa adsorben 1 gram H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>

$$\begin{aligned}
 \% \text{ penyerapan} &= \frac{\text{massa Cl}^- \text{ awal} - \text{massa Cl}^- \text{ akhir}}{\text{massa Cl}^- \text{ awal}} \times 100\% \\
 &= \frac{(38,218 - 11,804)}{38,218} \times 100\% \\
 &= 0,69114 \times 100\% \\
 &= 69,114 \%
 \end{aligned}$$

Cara perhitungan persen penurunan massa Cl<sup>-</sup> pada massa adsorben 1 gram ZnCl<sub>2</sub>

$$\begin{aligned}
 \% \text{ penyerapan} &= \frac{\text{massa Cl}^- \text{ awal} - \text{massa Cl}^- \text{ akhir}}{\text{massa Cl}^- \text{ awal}} \times 100\% \\
 &= \frac{(38,218 - 11,887)}{38,218} \times 100\% \\
 &= 0,68896 \times 100\% \\
 &= 68,896 \%
 \end{aligned}$$

#### 4.4 Penentuan massa ion klorida pada adsorbat (proses adsorpsi menggunakan arang teraktivasi H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>)

##### a. Massa ion klorida pada adsorbat

pH	Volume adsorbat (mL)			Absorbansi			Konsentrasi Cl <sup>-</sup> (ppm)			fp	Konsentrasi Cl <sup>-</sup> (ppm)			Massa Cl <sup>-</sup> (mg)		
4	35	36	35,5	0,897	0,896	0,897	30,921	30,883	30,921	10	309,21	308,83	309,21	10,822	11,118	10,977
5	36	35	35,5	0,772	0,772	0,773	26,204	26,204	26,242	10	262,04	262,04	262,42	9,433	9,171	9,316
6	35	36	35	0,646	0,645	0,646	21,449	21,411	21,449	10	214,49	214,11	214,49	7,507	7,708	7,507
7	34	35	36	0,380	0,379	0,380	11,411	11,374	11,411	10	114,11	113,74	114,11	3,879	3,981	4,108
8	35	35	36	0,512	0,512	0,513	16,393	16,393	16,430	10	163,93	163,93	164,30	5,737	5,737	5,915

Contoh perhitungan penentuan kadar ion klorida pada adsorbat pada pH 4 dan volume adsorbat 35 mL

$$y = 0,0265 x + 0,0776$$

$$0,897 = 0,0265 x + 0,0776$$

$$0,0265 x = 0,897 - 0,0776$$

$$0,0265 x = 0,8194$$

$$x = 30,921$$

$$fp \rightarrow 10 \quad x = 309,21 \text{ ppm}$$

massa Cl<sup>-</sup> (mg) dalam 35 mL adsorbat →

$$\begin{aligned} \text{massa} &= \frac{30,921 \times 10 \times 35 \text{ mL}}{1000 \text{ mL}} \\ &= 10,822 \text{ mg Cl}^- \end{aligned}$$

b. Penurunan massa ion klorida pada *bittern*

pH	Massa Cl <sup>-</sup> mula-mula (mg)	Massa rata-rata Cl <sup>-</sup> sisa (mg)	Massa Cl <sup>-</sup> yang diadsorpsi (mg)	Persen penyerapan massa Cl <sup>-</sup> (%)
4	38,218	10,972	27,246	71,290
5		9,307	28,911	75,648
6		7,574	30,644	80,182
7		3,989	34,228	89,561
8		5,797	32,422	84,833

Cara perhitungan massa Cl<sup>-</sup> yang diadsorpsi pada pH 4

$$\begin{aligned} \text{Massa Cl}^- &= 38,218 \text{ mg} - 10,972 \text{ mg} \\ &= 27,246 \text{ mg} \end{aligned}$$

Cara perhitungan persen penurunan massa Cl<sup>-</sup> pada pH 4

$$\begin{aligned} \% \text{ penyerapan} &= \frac{\text{massa Cl}^- \text{ awal} - \text{massa Cl}^- \text{ akhir}}{\text{massa Cl}^- \text{ awal}} \times 100\% \\ &= \frac{(38,218 - 10,972)}{38,218} \times 100\% \\ &= 0,71290 \times 100\% \\ &= 71,290 \% \end{aligned}$$

#### 4.5 Penentuan massa ion klorida pada adsorbat (proses adsorpsi menggunakan arang teraktivasi $\text{ZnCl}_2$ )

##### a. Massa ion klorida pada adsorbat

pH	Volume adsorbat (mL)			Absorbansi			Konsentrasi $\text{Cl}^-$ (ppm)			fp	Konsentrasi $\text{Cl}^-$ (ppm)			Massa $\text{Cl}^-$ (mg)		
4	35,5	36	35	0,876	0,877	0,876	30,128	30,166	30,128	10	301,28	301,66	301,28	10,696	10,859	10,545
5	35	36	35,5	0,783	0,783	0,782	26,619	26,619	26,581	10	266,19	266,19	265,81	9,317	9,436	9,436
6	35	35	34,5	0,671	0,67	0,67	22,393	22,355	22,355	10	223,93	223,55	223,55	7,837	7,824	7,824
7	35	35,5	36	0,494	0,493	0,493	15,713	15,676	15,676	10	157,13	156,76	156,76	5,499	5,565	5,643
8	35	36	35,5	0,554	0,553	0,554	17,977	17,939	17,977	10	179,77	179,39	179,77	6,292	6,458	6,382

Contoh perhitungan penentuan kadar ion klorida pada adsorbat pada pH 4 dan volume adsorbat 35,5 mL

$$y = 0,0265 x + 0,0776$$

$$0,876 = 0,0265 x + 0,0776$$

$$0,0265 x = 0,876 - 0,0776$$

$$0,0265 x = 0,7984$$

$$x = 30,128$$

$$\text{fp} \rightarrow 10 \quad x = 301,28 \text{ ppm}$$

Massa  $\text{Cl}^-$  (mg) dalam 35,5 mL adsorbat  $\rightarrow$

$$\begin{aligned} \text{massa} &= \frac{30,128 \times 10 \times 35,5 \text{ mL}}{1000 \text{ mL}} \\ &= 10,696 \text{ mg } \text{Cl}^- \end{aligned}$$

b. Penurunan massa ion klorida pada *bittern*

pH	Massa Cl <sup>-</sup> mula-mula (mg)	Massa rata-rata Cl <sup>-</sup> sisa (mg)	Massa Cl <sup>-</sup> yang diadsorpsi (mg)	Persen penurunan massa Cl <sup>-</sup> (%)
4		10,700	27,518	72,003
5		9,445	28,773	75,286
6	38,218	7,791	30,427	79,614
7		5,569	32,649	85,428
8		6,377	31,841	83,313

Cara perhitungan massa Cl<sup>-</sup> yang diadsorpsi pada pH 4

$$\begin{aligned} \text{Massa Cl}^- &= 38,218 \text{ mg} - 10,700 \text{ mg} \\ &= 27,518 \text{ mg} \end{aligned}$$

Cara perhitungan persen penurunan massa Cl<sup>-</sup> pada pH 4

$$\begin{aligned} \% \text{ penyerapan} &= \frac{\text{massa Cl}^- \text{ awal} - \text{massa Cl}^- \text{ akhir}}{\text{massa Cl}^- \text{ awal}} \times 100\% \\ &= \frac{(38,218 - 10,700)}{38,218} \times 100\% \\ &= 0,72003 \times 100\% \\ &= 72,003 \% \end{aligned}$$

#### 4.6 Penentuan persen penyerapan massa ion klorida

pH	Absorbansi						[Cl <sup>-</sup> ] rata-rata (ppm)		Massa Cl <sup>-</sup> rata-rata (mg)		Penyerapan (%)	
	a		b				a	b	a	b	a	b
4	0,897	0,896	0,897	0,876	0,877	0,876	309,08	301,41	10,972	10,700	71,290	72,003
5	0,772	0,772	0,773	0,783	0,783	0,782	262,17	266,06	9,307	9,445	75,648	75,286
6	0,646	0,645	0,646	0,671	0,670	0,670	214,36	223,68	7,574	7,791	80,182	79,614
7	0,380	0,379	0,380	0,494	0,493	0,493	113,99	156,88	3,989	5,569	89,561	85,428
8	0,512	0,513	0,512	0,554	0,553	0,554	164,05	179,64	5,797	6,377	84,833	83,313

Keterangan:

a = adsorben H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>

b = adsorben ZnCl<sub>2</sub>

cara penentuan persen penyerapan massa ion klorida menggunakan adsorben teraktivasi H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>

$$\begin{aligned}
 \% \text{ penyerapan} &= \frac{\text{massa Cl}^- \text{ awal} - \text{massa Cl}^- \text{ akhir}}{\text{massa Cl}^- \text{ awal}} \times 100\% \\
 &= \frac{(38,218 - 10,972)}{38,218} \times 100\% \\
 &= 0,71290 \times 100\% \\
 &= 71,290 \%
 \end{aligned}$$

cara penentuan persen penyerapan massa ion klorida menggunakan adsorben teraktivasi ZnCl<sub>2</sub>

$$\begin{aligned}
 \% \text{ penyerapan} &= \frac{\text{massa Cl}^- \text{ awal} - \text{massa Cl}^- \text{ akhir}}{\text{massa Cl}^- \text{ awal}} \times 100\% \\
 &= \frac{(38,218 - 10,700)}{38,218} \times 100\% \\
 &= 0,72003 \times 100\% \\
 &= 72,003 \%
 \end{aligned}$$

#### 4.7 Penentuan massa ion klorida pada adsorbat (proses adsorpsi menggunakan arang teraktivasi H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>)

##### a. Massa ion klorida pada adsorbat

Waktu (jam)	Volume (mL)			Absorbansi			Konsentrasi Cl <sup>-</sup> (ppm)			fp	Konsentrasi Cl <sup>-</sup> (ppm)			Massa Cl <sup>-</sup> (mg)		
2	37	38	37	0,788	0,787	0,787	26,808	26,769	26,769	10	268,08	267,69	267,69	9,919	10,173	9,905
3	36	37	36	0,648	0,647	0,648	21,525	21,487	21,525	10	215,25	214,87	215,25	7,749	7,950	7,749
4	34,5	35	35	0,364	0,364	0,365	10,808	10,808	10,845	10	108,08	108,08	108,45	3,729	3,783	3,796
5	33	34	34	0,313	0,312	0,312	8,883	8,845	8,845	10	88,83	88,45	88,45	2,931	3,007	3,007
6	32	33	32	0,221	0,222	0,221	5,411	5,449	5,411	10	54,11	54,49	54,11	1,732	1,798	1,732
7	31	32	31	0,189	0,189	0,189	4,204	4,204	4,204	10	42,04	42,04	42,04	1,303	1,345	1,303

Contoh perhitungan penentuan kadar ion klorida pada adsorbat pada waktu kontak 2 jam dan volume adsorbat 37 mL

$$y = 0,0265 x + 0,0776$$

$$0,788 = 0,0265 x + 0,0776$$

$$0,0265 x = 0,788 - 0,0776$$

$$0,0265 x = 0,7104$$

$$x = 26,808$$

$$\text{fp} \rightarrow 10 \quad x = 268,08 \text{ ppm}$$

massa Cl<sup>-</sup> (mg) dalam 37 mL adsorbat →

$$\begin{aligned} \text{massa} &= \frac{26,808 \times 10 \times 37 \text{ mL}}{1000 \text{ mL}} \\ &= 9,919 \text{ mg Cl}^- \end{aligned}$$

b. Penurunan massa ion klorida pada *bittern*

Waktu (jam)	Massa Cl <sup>-</sup> mula-mula (mg)	Massa rata-rata Cl <sup>-</sup> sisa (mg)	Massa Cl <sup>-</sup> yang diadsorpsi (mg)	Persen penurunan massa Cl <sup>-</sup> (%)
2		9,999	28,219	73,837
3		7,816	30,402	79,549
4	38,218	3,769	34,449	90,138
5		2,982	35,236	92,197
6		1,754	36,462	95,411
7		1,317	36,901	96,554

Cara perhitungan massa Cl<sup>-</sup> yang diadsorpsi pada waktu kontak 2 jam

$$\begin{aligned} \text{Massa Cl}^- &= 38,218 \text{ mg} - 9,999 \text{ mg} \\ &= 28,219 \text{ mg} \end{aligned}$$

Cara perhitungan persen penurunan massa Cl<sup>-</sup> pada waktu kontak 2 jam

$$\begin{aligned} \% \text{ penyerapan} &= \frac{\text{massa Cl}^- \text{ awal} - \text{massa Cl}^- \text{ akhir}}{\text{massa Cl}^- \text{ awal}} \times 100\% \\ &= \frac{(38,218 - 9,999)}{38,218} \times 100\% \\ &= 0,73837 \times 100\% \\ &= 73,837 \% \end{aligned}$$



#### 4.8 Penentuan massa ion klorida pada adsorbat (proses adsorpsi menggunakan arang teraktivasi ZnCl<sub>2</sub>)

##### a. Massa ion klorida pada adsorbat

Waktu (jam)	Volume (mL)			Absorbansi			Konsentrasi Cl <sup>-</sup> (ppm)			fp	Konsentrasi Cl <sup>-</sup> (ppm)			Massa Cl <sup>-</sup> (mg)		
2	37	37,5	37	0,846	0,845	0,845	28,996	28,959	28,959	10	289,96	289,59	289,59	10,729	10,859	10,715
3	37	36	36,5	0,784	0,784	0,783	26,657	26,657	26,619	10	266,57	266,57	266,19	9,863	9,596	9,716
4	35,5	35	35	0,504	0,503	0,503	16,091	16,053	16,053	10	160,91	160,53	160,53	5,712	5,618	5,618
5	34	34,5	33,5	0,416	0,415	0,415	12,769	12,732	12,732	10	127,69	127,32	127,32	4,342	4,393	4,265
6	33	32	32	0,331	0,331	0,332	9,562	9,562	9,600	10	95,62	95,62	96,00	3,156	3,059	3,072
7	32	31	31	0,294	0,294	0,294	8,166	8,166	8,166	10	81,66	81,66	81,66	2,613	2,531	2,531

Contoh perhitungan penentuan kadar ion klorida pada adsorbat pada waktu kontak 2 jam dan volume adsorbat 37 mL

$$y = 0,0265 x + 0,0776$$

$$0,846 = 0,0265 x + 0,0776$$

$$0,0265 x = 0,846 - 0,0776$$

$$0,0265 x = 0,7684$$

$$x = 28,996$$

$$\text{fp} \rightarrow 10 \quad x = 289,96 \text{ ppm}$$

Massa Cl<sup>-</sup> (mg) dalam 37 mL adsorbat →

$$\begin{aligned} \text{massa} &= \frac{28,996 \times 10 \times 37 \text{ mL}}{1000 \text{ mL}} \\ &= 10,729 \text{ mg Cl}^- \end{aligned}$$

b. Penurunan massa ion klorida pada *bittern*

Waktu (jam)	Massa Cl <sup>-</sup> mula-mula (mg)	Massa rata-rata Cl <sup>-</sup> sisa (mg)	Massa Cl <sup>-</sup> yang diadsorpsi (mg)	Persen penurunan massa Cl <sup>-</sup> (%)
2		10,768	27,450	71,826
3		9,725	28,493	74,554
4	38,218	5,649	32,568	85,217
5		4,333	33,885	88,662
6		3,096	35,122	91,899
7		2,559	35,659	93,305

Cara perhitungan massa Cl<sup>-</sup> yang diadsorpsi pada waktu kontak 2 jam

$$\begin{aligned} \text{Massa Cl}^- &= 38,218 \text{ mg} - 10,768 \text{ mg} \\ &= 27,450 \text{ mg} \end{aligned}$$

Cara perhitungan persen penurunan massa Cl<sup>-</sup> pada waktu kontak 2 jam

$$\begin{aligned} \% \text{ penyerapan} &= \frac{\text{massa Cl}^- \text{ awal} - \text{massa Cl}^- \text{ akhir}}{\text{massa Cl}^- \text{ awal}} \times 100\% \\ &= \frac{(38,218 - 10,768)}{38,218} \times 100\% \\ &= 0,71826 \times 100\% \\ &= 71,826 \% \end{aligned}$$

#### 4.9 Penentuan persen penyerapan massa ion klorida

Waktu (jam)	Absorbansi						[Cl <sup>-</sup> ] rata-rata (ppm)		Massa Cl <sup>-</sup> rata-rata (mg)		Penyerapan (%)	
	a		b		a	b	a	b	a	b		
2	0,788	0,787	0,787	0,846	0,845	0,845	267,82	289,71	9,999	10,768	73,837	71,826
3	0,648	0,647	0,648	0,784	0,784	0,783	215,12	266,44	7,816	9,725	79,549	74,554
4	0,364	0,364	0,365	0,504	0,503	0,503	108,20	160,66	3,769	5,649	90,138	85,217
5	0,313	0,312	0,312	0,416	0,415	0,415	88,58	127,44	2,982	4,333	92,197	88,662
6	0,221	0,222	0,221	0,331	0,331	0,332	54,24	95,75	1,754	3,096	95,411	91,899
7	0,189	0,189	0,189	0,294	0,294	0,294	42,04	81,66	1,317	2,559	96,554	93,305

Keterangan: a = adsorben H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>

b = adsorben ZnCl<sub>2</sub>

cara penentuan persen penyerapan massa ion klorida menggunakan adsorben teraktivasi H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>

$$\begin{aligned} \% \text{ penyerapan} &= \frac{\text{massa Cl}^- \text{ awal} - \text{massa Cl}^- \text{ akhir}}{\text{massa Cl}^- \text{ awal}} \times 100\% \\ &= \frac{(38,218 - 9,999)}{38,218} \times 100\% \\ &= 0,73837 \times 100\% = 73,837\% \end{aligned}$$

cara penentuan persen penyerapan massa ion klorida menggunakan adsorben teraktivasi ZnCl<sub>2</sub>

$$\begin{aligned} \% \text{ penyerapan} &= \frac{\text{massa Cl}^- \text{ awal} - \text{massa Cl}^- \text{ akhir}}{\text{massa Cl}^- \text{ awal}} \times 100\% \\ &= \frac{(38,218 - 10,768)}{38,218} \times 100\% = 0,71826 \times 100\% = 71,826\% \end{aligned}$$