

**SKRIPSI**

**PENGURANGAN KADAR PENCEMAR PADA AIR LINDI  
SAMPAH MENGGUNAKAN KARBON AKTIF DARI  
TEMPURUNG KELAPA**



**Dibuat Sebagai Persyaratan Untuk Mahasiswa Menyelesaikan  
Pendidikan Srata I Jurusan Teknik Kimia  
Universitas Muhammadiyah**

**Oleh :**

**Endang Sri Rahadiani  
12.2013.065.P**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH  
PALEMBANG  
2016**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**JUDUL SKRIPSI : “ PENGURANGAN KADAR PENCEMAR PADA AIR  
LINDI SAMPAH MENGGUNAKAN KARBON AKTIF DARI  
TEMPURUNG KELAPA”**

**DISUSUN OLEH :**

**ENDANG SRI RAHADIANI (12.2013.065.P)**

**PALEMBANG, APRIL 2016**

**DISETUJUI**

**Dosen Pembimbing I,**



**Dr. Ir. Marhaini, M.T**

**Dosen Pembimbing II,**



**Atikah, ST., MT**

**Mengetahui**

**Ketua Program Studi Jurusan Teknik Kimia**



**Ir. Legiso, M.Si**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**JUDUL SKRIPSI : “ PENGURANGAN KADAR PENCEMAR PADA AIR  
LINDI SAMPAH MENGGUNAKAN KARBON AKTIF DARI  
TEMPURUNG KELAPA”**

**DISUSUN OLEH :**

**ENDANG SRI RAHADIANI (12.2013.065.P)**


**Telah diuji dihadapan tim penguji pada tanggal 14 April 2016  
di Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Palembang**

**Tim Penguji :**

**1. Dr. Ir. Marhaini, M.T**

(  )

**2. Ir. Legiso, M.Si**

(  )

**3. Heni Juniar, S.T., M.T**

(  )

**4. Atikah, S.T., M.T**

(  )

**Menyetujui**

**Dekan Fakultas Teknik UMP**



**Dr. Ir. Kgs. A. Roni, M.T**

**NIDN: 0227077004**

**Mengetahui,**

**Ketua Prodi Teknik Kimia UMP**



**Ir. Legiso, M.Si**

**NIDN: 0217086903**

## *MOTTO*

"jadilah seperti karang di lautan yang kuat dihantam ombak dan kerjakan hal yang bermanfaat untuk diri sendiri dan orang lain, karena hidup hanyalah sekali. Ingat hanya pada Allah apapun dan di manapun kita berda kepada Dia-lah tempat meminta dan memohon."

"Orang sukses adalah disaat jatuh berdiri lagi, disaat terpuruk bangkit lagi, disaat duka tetap tersenyum, disaat semua tiada masih tetap bersyukur".

*(Penulis)*

*Kupersembahkan untuk :*

- *Allah SWT dan Kedua Orang Tuaku*
- *Kedua Dosen Pembimbingku*
- *Saudara-saudaraku yang kusayang*
- *Tante dan Omku Tercinta*
- *Sahabat-sahabat terbaikku*
- *Almamaterku*

## ABSTRAK

Lindi sampah adalah air pembusukan sampah organik yang tidak tertangani dengan baik dan dapat mencemari tanah dan air tanah. Agar pencemaran oleh lindi ini dapat berkurang, maka diperlukan suatu upaya agar kadar pencemar pada air lindi dapat berkurang sebelum mencapai tanah. Kadar pencemar pada air lindi dapat dikurangi dengan karbon aktif dari tempurung kelapa karena memiliki sifat-sifat yang baik untuk dimanfaatkan, antara lain mudah didapat, kuat, keras, mudah dibelah, dan karakteristik kualitas karbon aktif dari tempurung kelapa yang dihasilkan telah memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan oleh SNI 06-3730. Penelitian ini dilakukan untuk menentukan kualitas air lindi yang digunakan sebagai sampel dengan parameter COD, BOD<sub>5</sub>, serta kandungan logam besi dan seng, serta dapat menentukan efektifitas daya serap karbon aktif dari tempurung kelapa dalam mengurangi kadar pencemar air lindi dengan parameter COD, BOD, besi dan seng pada air lindi dalam variasi waktu penyerapan 10, 20, 30, 40, 50 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efektifitas daya serap karbon aktif untuk setiap parameter memiliki efektifitas yang berbeda-beda. Efektifitas yang diperoleh yaitu untuk COD 63,96 %, BOD<sub>5</sub> 44,89 % dan untuk logam besi (Fe ) dan seng (Zn) sama, yaitu 83,33 %.

Kata Kunci : karbon aktif, tempurung kelapa, air lindi

## ABSTRACT

Leachate is water waste decomposition of organic waste that is not handled properly and contaminate soil and groundwater. Contamination by leachate can be reduced, it would require an effort that pollutant levels in the leachate can be reduced before it reaches the ground. Levels of contaminants in the leachate can be reduced with activated carbon from coconut shell because it has good properties to be used, among other easily obtainable, strong, tough, easy to cut, and the characterization of the quality of coconut shell activated carbon produce meets quality standards defined by SNI 06-3730. This study was conducted to determine the water quality of leachate that is used as a sample with the parameters COD, BOD<sub>5</sub>, and metal of iron, and Zn as well to determine the effectiveness of the adsorptive capacity of coconuts shell activated carbon in reducing the levels of these pollutas leachate COD, BOD<sub>5</sub>, iron dan Zn in leachate water adsorption time variation Of 10, 20, 30, 40 50 minutes. The results showed that the effectiveness of activated carbon adsorption for each parameter has a different effectiveness. Effectiveness obtained for COD is 63,96 %, 44,89 % BOD<sub>5</sub> and 83,33 % for Fe and Zn.

Key Word : activated carbon, coconut shell, leachate

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT karena berkat dan karunia-NYA penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “ **Pengurangan Kadar Pencemar Pada Air Lindi Sampah Menggunakan Karbon Aktif Dari Tempurung Kelapa**” dengan baik. Adapun tujuan penulisan skripsi ini adalah sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Pendidikan Strata I Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Dalam penulisan skripsi ini penulis banyak mendapat bantuan, saran dan bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Kgs.A.Roni, M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
2. Ir. Legiso M.Si selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
3. Netty Herawaty, S.T., M.T, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
4. Dr. Ir. Marhaeni, M.T, selaku pembimbing utama
5. Atikah S.T., M.T, selaku pembimbing kedua
6. Seluruh staff pengajar, asisten lab.dan staff administrasi Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
7. Kedua orang tua dan adik-adik yang telah memberikan motivasi dan kasih sayang yang begitu besar
8. Sahabat-sahabatku yang telah berjuang bersama

Dalam penulisan skripsi ini, penulis menyadari masih banyak terdapat kekurangan kiranya dapat dimaklumi dan dimaafkan. Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Palembang, April 2016

Penulis

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>SAMPUL DEPAN</b> .....	<b>i</b>
<b>SAMPUL DALAM</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN PENGUJI</b> .....	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Proses Pembentukan Lindi Sampah .....	4
2.2 Karakteristik Lindi.....	5
2.3 BOD, COD.....	6
2.4 Logam Berat .....	6
2.4.1 Logam Besi (Fe) .....	7
2.4.2 Logam Seng (Zn).....	8
2.5 Karbon Aktif .....	8
2.6 Aktivator H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> .....	10
2.7 Tempurung Kelapa sebagai Karbon Aktif .....	11
2.8 Adsorpsi .....	15
2.9. Penelitian Terdahulu dan Terkait.....	17
<b>BAB III METODELOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Waktu dan Tempat .....	21
3.2 Alat dan Bahan yang digunakan .....	21
3.3 Metodologi Penelitian .....	21
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Hasil Penelitian .....	28
4.1.1 Karakteristik Kualitas Karbon Aktif .....	28
4.1.2 Karakterisasi Air Lindi Sampah .....	28
4.1.3 Hasil Analisis Terhadap Air Lindi Setelah	



Perlakuan Menggunakan Karbon Aktif .....	29
4.2 Pembahasan .....	29
4.2.1 Karakterisasi Kualitas Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa .....	29
4.2.2 Analisis Air Lindi Sebelum Perlakuan Terhadap Karbon Aktif.....	31
4.2.3 Analisis Air Lindi Setelah Perlakuan Terhadap Karbon Aktif.....	32
 <b>BAB V    PENUTUP</b>	
5.1 Kesimpulan .....	38
5.2 Saran .....	38
 <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>39</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>43</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
1. Baku Mutu Limbah Cair Golongan I .....	5
2. Syarat Mutu Karbon Aktif Teknis.....	9
3. Sifat Fisik dan Kimia $H_3PO_4$ .....	11
4. Karakteristik Tempurung Kelapa.....	12
5. Komposisi Kimia Tempurung Kelapa .....	13
6. Kemampuan Tempurung Kelapa Menyerap Logam .....	14
7. Meta Analisis.....	17
8. Kualitas Karbon Aktif Yang Dihasilkan.....	28
9. Karakteristik Air Lindi Sampah Setelah Penambahan Karbon Aktif	28
10. Analisis Penambahan Karbon Aktif pada Air Lindi .....	29
11. Efektifitas Penyerapan Konsentrasi Pencemar pada Lindi .....	36

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
1. Tempurung Kelapa .....	12
2. Diagram Alir Penelitian .....	27
3. SEM Karbon Aktif pada Perbesaran 3000 Kali .....	31
4. Grafik Waktu Kontak Terhadap Penurunan Konsentrasi COD ....	33
5. Grafik Waktu Kontak Terhadap Penurunan Konsentrasi BOD <sub>5</sub> ..	33
6. Grafik Waktu Kontak Terhadap Penurunan Konsentrasi Fe dan Zn	34
7. Efektifitas Penyerapan Terhadap Konsentrasi COD dan BOD <sub>5</sub> ...	35
8. Efektifitas Penyerapan Terhadap Konsentrasi Fe dan Zn .....	36

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran</b>	<b>Halaman</b>
1. Rendemen Karbon Aktif .....	43
2. Perhitungan Kadar Air .....	44
3. Perhitungan Kadar Abu .....	45
4. Perhitungan Daya Serap Terhadap Iodine .....	46
5. Perhitungan COD dan BOD.....	48
6. Perhitungan Efektifitas Penyerapan.....	50
7. Dokumentasi Penelitian.....	52
8. Jadwal Konsultasi skripsi.....	58

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. LATAR BELAKANG

Lindi sampah adalah air pembusukan sampah organik yang tidak tertangani dengan baik dan dapat mencemari tanah dan air tanah. Lindi yang dihasilkan oleh suatu Tempat Pembuangan Akhir (TPA) biasanya ditampung di suatu kolam penampungan. Untuk sebuah TPA yang besar, seperti TPA Sukawinatan Palembang, jumlah lindi yang dihasilkan dalam sehari yaitu  $\pm 550.000$  kg (Dinas Kebersihan Kota, 2012), sedangkan pada TPA Sukawinatan sendiri belum ada pengolahan untuk lindi sebelum dibuang ke lingkungan.

Kandungan bahan organik dalam lindi tidak terbatas secara kuantitatif dan banyak di antaranya bersifat toksik. Hal ini karena lindi mengandung berbagai jenis pencemar, antara lain logam berat, nilai BOD dan COD yang sangat tinggi yang berturut-turut mencapai sekitar 10.000 ppm dan 18.000 ppm (Tchobanoglous, 1997).

Karakteristik dari air lindi umumnya ditandai dengan *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Total Suspended Solid* (TSS), amonia, nitrat, nitrit, pH, dan logam-logam berat. Air lindi cenderung asam dengan pH  $\pm 4$ , dan jika jika menyebar ke air tanah akan menyebabkan air tanah yang tercemar lindi tidak dapat dimanfaatkan, karena kadar pencemarnya yang tinggi dan baunya yang busuk-menyengat serta warnanya yang coklat kehitaman.

Hasil penelitian yang dilakukan terhadap lindi TPA sampah di Indonesia nilai COD yang terkandung melebihi baku mutu effluen limbah cair yaitu 531,4 mg/L untuk keluaran lindi sedangkan baku mutunya 300 mg/L berdasarkan Kep-03/MENKLH/II/91 (Purwanta, 2007).

Kolam penampungan lindi yang terdapat pada beberapa TPA umumnya tidak kedap air maka dapat menimbulkan terjadinya infiltrasi air lindi ke dalam tanah dan akhirnya mencemari tanah dan air tanah. Agar pencemaran oleh lindi ini dapat berkurang, maka diperlukan suatu upaya untuk mengurangi kadar pencemar lindi sebelum mencapai tanah. Beberapa material dapat mengurangi kadar

pencemar pada lindi, di antaranya ialah karbon aktif. Oleh karena dua hal itu perlu adanya dilakukan penelitian untuk mengetahui sejauh mana kemampuan karbon aktif tersebut dalam mengurangi bahan-bahan pencemar pada lindi.

Menurut Latifan dan Susanti (2012), filter granular karbon aktif mampu mengurangi kadar pencemar (BOD, COD, TSS, dan warna). Dalam penelitiannya sampel yang diambil di TPA Surabaya dan sampel yang digunakan harus dilakukan pengenceran terlebih dahulu, sehingga hal tersebut tidak bisa diterapkan pada kenyataan di lapangan. Filter granular yang berasal dari tempurung kelapa lebih efektif digunakan dibandingkan dari kayu sono untuk mengurangi kadar pencemar. Penggunaan filter granular dari tempurung kelapa lebih efektif dalam mengurangi kadar pencemar sebesar 65% karena pori-pori karbon aktif dari tempurung kelapa lebih banyak sehingga lebih banyak menyerap zat-zat organik dari air kolam penampungan lindi (Pambayun dkk, 2013).

Ukuran partikel dan luas permukaan merupakan hal yang penting dalam karbon aktif, hal ini dikarenakan ukuran partikel karbon aktif mempengaruhi kecepatan adsorpsi. Aktivasi karbon aktif dari tempurung kelapa dengan menggunakan  $H_3PO_4$  memiliki daya serap yang lebih optimal dibanding dengan penggunaan aktivator KOH karena semakin tinggi bilangan iodine akan semakin tinggi pula konsentrasinya. Pada aktivator  $H_3PO_4$  bilangan iodine optimal pada konsentrasi 10% (Budiono dkk, 2010).

Berdasarkan hal di atas maka perlu dilakukan penelitian mengenai penggunaan karbon aktif tempurung kelapa dalam ukuran partikel dengan aktivator  $H_3PO_4$  untuk menurunkan kadar pencemar air lindi sampah. Sampel pada penelitian ini diambil dari TPA Sukawinatan di Palembang.

## **1.2 RUMUSAN MASALAH**

Beberapa material mampu menyaring air lindi, di antaranya adalah karbon aktif dari tempurung kelapa. Untuk mengetahui seberapa efektif penggunaan karbon aktif dari tempurung kelapa ini sebagai media maka diperlukan suatu penelitian. Oleh karena itu yang menjadi permasalahan pada penelitian ini adalah apakah karbon aktif dari tempurung kelapa dapat mengurangi kadar COD, BOD,

dan logam berat Fe dan Zn pada air lindi sampah dan seberapa efektif penggunaan karbon aktif dari tempurung kelapa dalam mengurangi kadar pencemar tersebut.

### **1.3 TUJUAN PENELITIAN**

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Membuat karbon aktif dari tempurung kelapa dalam ukuran partikel dengan aktivator  $H_3PO_4$  yang memenuhi standar SNI No. 06-3730-1995.
2. Mengetahui kualitas air lindi di TPA Sukawinatan berdasarkan parameter COD, BOD, kandungan logam besi, dan seng (Zn)
3. Menentukan efektivitas dari karbon aktif dalam mengurangi kadar pencemar air lindi dengan parameter COD, BOD, besi (Fe), dan seng (Zn) pada air lindi secara batch.

### **1.4 MANFAAT PENELITIAN**

Manfaat dari penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Dapat mengurangi limbah tempurung kelapa yang dapat digunakan sebagai karbon aktif
2. Dapat mengetahui efektivitas penggunaan karbon aktif dari tempurung kelapa pada air lindi sampah
3. Dapat memberikan rekomendasi untuk pengolahan air lindi sampah bagi pemerintah khususnya DKK Palembang.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Proses Pembentukan Lindi Sampah

TPA sampah merupakan suatu tempat pembuangan sampah bagi penduduk di kota maupun di pinggiran kota. Setiap hari berbagai jenis sampah penduduk diangkut dari bak-bak sampah yang terdapat di kota dan pinggiran kota, kemudian ditumpuk di TPA. Beberapa bahan organik yang ada di TPA sampah bersifat mudah urai (*biodegradable*) umumnya tidak stabil dan cepat menjadi busuk karena mengalami proses degradasi menghasilkan zat-zat hara, zat-zat kimia toksik, dan bahan-bahan organik sederhana. Selanjutnya akan menimbulkan bau yang sangat menyengat dan mengganggu (Samorn, 2002).

Lindi terbentuk di setiap lokasi pembuangan sampah (Aziz *et al.* 2010). Pembentukan lindi merupakan hasil dari infiltrasi dan perlokasi (perembesan air dalam tanah) dari air hujan, air tanah, air limbah atau air banjir yang menuju dan melalui lokasi pembuangan sampah (Kulikowska dan Kilimiuk, 2008; Aziz *et al.*, 2010).

Lindi memiliki karakteristik tertentu, hal ini disebabkan limbah yang dibuang pada lokasi pembuangan sampah berasal dari berbagai sumber yang berbeda dengan tipe limbah yang berbeda pula. Menurut Aziz *et al.*, 2010, komposisi lindi tidak hanya dipengaruhi oleh karakteristik sampah (organik dan anorganik), tetapi juga mudah-tidaknya penguraian (larut/tidak larut), kondisi tumpukan sampah (suhu, pH, kelembaban, dan umur), karakteristik sumber air (kuantitas dan kualitas air yang dipengaruhi iklim dan hidrogeologi), komposisi tanah penutup, ketersediaan nutrien, dan mikroba serta kehadiran inhibitor.

Iklim merupakan faktor penting yang mempengaruhi kuantitas dan kualitas lindi. Hujan menjadi *fase transport* untuk pencucian dan migrasi kontaminan dari tumpukan sampah, juga mempengaruhi biologis. Demikian halnya dengan umur tumpukan sampah, juga mempengaruhi kualitas lindi dan gas yang terbentuk. Perubahan kualitas lindi dan gas menjadi parameter utama untuk mengetahui tingkat stabilisasi tumpukan sampah (Fathiras dan Nasya, 2011).



Masuknya zat-zat kimia yang terkandung dalam air lindi ke dalam ekosistem perairan juga dapat mempengaruhi biota yang ada. Apabila di dalam ekosistem perairan terjadi pencemaran, dapat menyebabkan kematian biota atau mempengaruhi kegiatan fisiologis, pembentukan sel, dan fungsi jaringan sel suatu organ (Christensen et al. 2001).

Dengan penambahan yang signifikan dari tumpukan sampah pada tempat pembuangan sampah, air lindi yang dihasilkan juga akan meningkat, walaupun produksi air lindi tersebut juga tergantung pada banyaknya curah hujan pada suatu musim. Pada Tabel 1 dapat dilihat baku mutu limbah cair berdasarkan keputusan Peraturan Gubernur Sumatera Selatan nomor 8 tahun 2012.

Tabel 1. Baku Mutu Limbah Cair Golongan I

Parameter	Satuan	Baku Mutu Limbah Cair
pH	Unit	6-9
Suhu	$^{\circ}\text{C}$	38
TSS	mg/L	200
COD	mg/L	100
BOD <sub>5</sub>	mg/L	50
NH <sub>3</sub> -N	mg/L	1
Nitrit	mg/L	1
Nitrat	mg/L	20
Sulfida	mg/L	0,05
Cyanida	mg/L	0,05
Krom total	mg/L	0,5
Klorin bebas(Cl <sub>2</sub> )	mg/L	1
Besi terlarut (Fe)	mg/L	5
Phenol	mg/L	0,5
Mangan	mg/L	2
Tembaga	mg/L	2
Seng	mg/L	5
Timbal (Pb)	mg/L	0,1
Minyak nabati	mg/L	5
Minyak mineral	mg/L	10

Sumber : Peraturan Gubernur Sumsel Nomor 8 Tahun 2012

## 2.2 Karakteristik Lindi

Variasi di dalam komposisi lindi dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain : komposisi dan umur sampah, lokasi, dan pengoperasian serta kondisi

*landfill*, iklim, dan kondisi hidrogeologi, kelembaban, temperatur, pH, dan tingkat stabilisasi (Tchobanoglous, 1997).

Lindi mempunyai karakteristik mengandung bahan organik terlarut ( $\text{CH}_4$ , asam lemak volatil); macrocomponents anorganik (seperti  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ); logam berat seperti Pb, Cd, Cr, Cu, Ni, dan lain-lain (San, 2001). Lindi dari tempat pembuangan akhir telah mengakibatkan polusi yang serius. Senyawa organik termasuk hidrokarbon aromatik, fenol pada air tanah, dengan konsentrasi amonium, logam berat, dan kontaminan organik yang sangat tinggi (Dong *et al*, 2008). Secara umum parameter utama yang digunakan untuk menggambarkan konsentrasi kontaminan dalam lindi adalah COD, amonia, Nitrogen ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ), *Suspended Solid* (SS), *Dissolved Solids* (DS), logam berat, dan garam (Christensen *et al*, 2001; Kirkeby *et al*, 2007).

### 2.3 COD dan BOD

COD dan BOD merupakan indikator keberadaan bahan organik dalam lindi dan kedua parameter ini merupakan komponen terbesar dalam lindi. BOD merupakan banyaknya oksigen yang diperlukan oleh bakteri untuk menguraikan atau mengoksidasikan bahan organik dalam 1 liter air limbah selama pemeraman ( $5 \times 24$  jam pada suhu  $20^\circ\text{C}$ ). COD adalah banyaknya oksigen yang dibutuhkan oksidator untuk mengoksidasi bahan/zat organik dalam 1 liter air limbah. Nilai COD biasanya lebih tinggi dari nilai BOD karena bahan yang stabil (tidak terurai) dalam uji BOD dapat dioksidasi dalam uji COD.

Keberadaan bahan organik yang tinggi dalam lingkungan perairan dapat menimbulkan masalah berupa bau, warna, dan rasa. Dalam suasana anaerobik (kekurangan oksigen), degradasi bahan organik dapat menghasilkan gas-gas ( $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ , dan  $\text{CH}_4$ ) yang menyebabkan bau (Samorn, 2002).

### 2.4 Logam Berat

Logam berat masih termasuk golongan logam dengan kriteria-kriteria yang sama dengan logam-logam yang lain. Perbedaan terletak pada pengaruh yang dihasilkan jika logam berat ini masuk atau diberikan ke dalam tubuh organisme hidup (Langmore, 1998).

Menurut Sudarwin (2008), logam berat dibagi atas 2 jenis, yaitu :

- a. Logam berat esensial, yakni logam dalam jumlah tertentu yang sangat dibutuhkan oleh organisme. Dalam jumlah berlebihan, logam tersebut bisa menimbulkan efek toksik. Contohnya Zn, Cu, Fe, Co, Mn dan sebagainya.
- b. Logam berat tidak esensial, yakni logam yang keberadaannya dalam tubuh manusia masih belum diketahui manfaatnya, bahkan bersifat toksik seperti Hg, Cr, Cd, Pb(II) dan lain-lain. Logam berat dapat menimbulkan efek gangguan kesehatan manusia. Efek toksik dari logam berat mampu menghalangi kerja enzim sehingga mengganggu metabolisme tubuh, menyebabkan alergi, bersifat mutagen, teratogen maupun karsinogen. Tingkat toksisitas logam berat terhadap manusia mulai yang paling toksik adalah Hg, Cd, Ni, Pb, As, Cr, Sn, Zn sesuai dengan batas maksimum yang diberikan.

Logam berat dapat menimbulkan efek gangguan terhadap kesehatan manusia. Efek toksik dari logam mampu menghalangi kerja enzim sehingga mengganggu metabolisme tubuh, menyebabkan alergi, bersifat mutagen, teratogen, ataupun karsinogen, tingkat toksisitas logam berat terhadap manusia, mulai yang paling toksik adalah Hg, Cd, Pb, As, Cr, Sn, Zn sesuai dengan batas maksimum yang diperbolehkan untuk digunakan.

#### **2.4.1 Logam Besi (Fe)**

Besi atau ferrum (Fe) adalah metal berwarna putih keperakan, liat, dan dapat dibentuk. Kandungan Fe di bumi sekitar 6,22 %, di tanah sekitar 0,5 – 4,3%, di sungai sekitar 0,7 mg/L, di air tanah sekitar 0,1 – 10 mg/L, air laut sekitar 1 – 3 ppm, pada air minum tidak lebih dari 200 ppm. Pada air permukaan biasanya kandungan zat besi relatif rendah yakni  $\pm 1$  mg/L, sedangkan konsentrasi besi pada air tanah 0,01 mg/L – 25 mg/L. Besi berperan dalam aktivitas beberapa enzim seperti *sitokrom* dan *flavo* protein apabila tubuh tidak mampu mengekskresikan besi (Fe) akan menjadi akumulasi besi (Fe) karenanya kulit menjadi hitam (Soemirat, 1996).

Sekalipun Fe diperlukan oleh tubuh, tetapi dalam dosis besar dapat merusak dinding usus. Kematian seringkali disebabkan oleh rusaknya dinding usus, debu besi juga dapat diakumulasi dalam alveoli menyebabkan berkurangnya fungsi paru-paru (Soemirat,1996).

#### **2.4.2 Logam Seng (Zn)**

Seng merupakan logam putih kebiruan berkilau dan mempunyai berat atom 65,39, bersifat getas pada suhu normal, tetapi berubah menjadi ulet dan bisa ditempa. Nomor atom seng 30 dan mempunyai titik leleh 420°C dan titik didih 907°C. Tingkat seng yang sangat tinggi dapat merusak pankreas dan mengganggu metabolisme protein, walaupun kekurangan seng dapat menyebabkan kehilangan nafsu makan, penurunan indera perasa dan penciuman. Tingginya konsentrasi seng pada tanah akan berdampak terhadap lahan pertanian dan juga hewan. Seng berpotensi mengganggu aktivitas mikroorganisme dan cacing tanah (<http://www.amazine.co/28306/seng-zn-fakta-sifat-kegunaan-efek-kesehatannya/>).

#### **2.5 Karbon Aktif**

Arang aktif atau karbon aktif adalah karbon dengan struktur mikrokristalin atau *amorphous* yang mempunyai luas permukaan sekitar 300-2500 m<sup>2</sup>/g. Peningkatan luas permukaan ini menyebabkan karbon aktif mempunyai kemampuan penyerapan yang lebih besar dibandingkan arang biasa (Danarto dan samun, 2008). Sifat karbon aktif secara umum berwarna hitam, tidak berbau, tidak berasa serta mempunyai daya serap yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan arang yang belum diaktivasi. Karbon aktif dapat dibuat melalui dua tahap, yaitu tahap karbonisasi dan aktivasi. Bahan baku yang dapat dibuat karbon aktif adalah semua bahan yang mengandung karbon baik yang berasal dari tumbuhan, binatang ataupun barang tambang. Pada Tabel 2 dapat dilihat Syarat Mutu Arang berdasarkan SNI No. 06-3730-1995.

Karbonisasi merupakan proses pengurangan dalam tungku ruangan tanpa adanya oksigen dan bahan kimia lainnya, sedangkan aktivasi diperlukan untuk mengubah hasil karbonisasi menjadi adsorben yang memiliki luas permukaan yang besar (Niya *et al*, 2010). Pada proses karbonisasi arang yang dihasilkan

mempunyai daya serap rendah karena masih ada senyawa pengotor di antaranya hidrokarbon, air, dan oksida-oksida (Sembiring dan Sinaga, 2003).

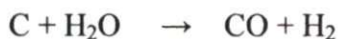
Tabel 2. Syarat Mutu Arang Aktif Teknis

Jenis Uji	Satuan	Butiran	Serbuk
Bagian yang hilang pada pemanasan 950°C	%	Maks. 15	Maks. 25
Kadar air	%	Maks. 4,4	Maks. 15
Kadar abu	%	Maks. 2,5	Maks. 10
Bagian yang tidak mengarang	-	Tidak ternyata	Tidak ternyata
Daya serap terhadap larutan I <sub>2</sub>	mg/g	Minimum 750	Min. 750
Karbon aktif murni	%	Minimum 80	Min. 65
Daya serap benzena		Minimum 25	-
Daya serap metilen biru	ml/g	Minimum 60	Min. 120
Kerapatan jenis curah	g/ml	0,45 – 0,55	0,30 – 0,35
Lolos ukuran 325		-	Min. 90
Jarak mesh		90	-
Kekerasan		80	-

Sumber : SNI No. 06-3730-1995

Aktivasi adalah perlakuan terhadap arang yang bertujuan memperbesar pori yaitu dengan cara memecahkan ikatan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul permukaan sehingga arang mengalami perubahan sifat, baik fisika atau kimia, yaitu luas permukaannya bertambah besar dan berpengaruh terhadap daya adsorpsi (Sembiring dan Sinaga, 2003).

Aktivasi dibagi menjadi dua yaitu aktivasi fisika dan kimia. Aktivasi fisika dapat didefinisikan sebagai proses memperluas pori dari arang aktif dengan batuan panas, uap, dan gas CO<sub>2</sub>. Menurut Niya dkk (2011), aktivasi fisika terdiri dari dua tahap yaitu penghilangan hidrogen dan oksigen melalui reaksi pirolisis dan aktivasi pada temperatur tinggi dengan adanya gas CO<sub>2</sub> sebagai pengoksidasi seperti reaksi berikut:



Aktivasi kimia merupakan proses aktivasi yang melibatkan bahan-bahan kimia. Unsur-unsur mineral dan persenyawaan kimia yang ditambahkan akan meresap ke dalam arang dan membuka permukaan yang mula-mula tertutup sehingga luas permukaan yang aktif bertambah besar dan meningkatkan daya

adsorpsi karbon aktif. Zat aktivator yang dapat digunakan di antaranya :  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{ZnCl}_2$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MnCl}_2$ , dan  $\text{NaOH}$  (Sembiring dan Sinaga, 2003).

Hayashi *et al*, (2000) mempelajari pengaruh aktivator kimia  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaCO}_3$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{ZnCl}_2$ , dan  $\text{H}_3\text{PO}_4$  terhadap kualitas karbon aktif dari lignin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aktivator  $\text{ZnCl}_2$  dan  $\text{H}_3\text{PO}_4$  menghasilkan luas permukaan yang besar pada temperatur 500-600 $^\circ\text{C}$ , sedangkan aktivator yang lain mempunyai luas permukaan yang besar pada temperatur yang cukup tinggi (di atas 800 $^\circ\text{C}$ ). Luas permukaan terbesar dihasilkan oleh karbon aktif yang diaktivasi  $\text{K}_2\text{CO}_3$  pada temperatur 800 $^\circ\text{C}$  dengan luas permukaan karbon aktif mencapai 2000  $\text{m}^2/\text{g}$ .

Budiono dkk (2010) membandingkan kualitas karbon aktif dari tempurung kelapa dan tempurung kelapa sawit yang diaktivasi kimia dengan menggunakan aktivator  $\text{H}_3\text{PO}_4$  dan  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan aktivator  $\text{H}_3\text{PO}_4$  menghasilkan kualitas karbon aktif lebih baik daripada  $\text{H}_2\text{SO}_4$  baik dari tempurung kelapa maupun tempurung kelapa sawit. Gugus  $\text{SO}_4^{2-}$  dan  $\text{PO}_4^{3-}$  yang menempel pada karbon aktif dapat terlepas kembali dan digantikan oleh gugus  $\text{OH}^-$  pada pencucian melalui *ion exchange* (Viswanathan, 2009 dalam Budiono dkk, 2010). Gugus  $\text{OH}^-$  pada karbon aktif menyebabkan permukaan karbon aktif bersifat hidrofilik sehingga karbon aktif cenderung lebih kuat berinteraksi dengan molekul yang bersifat polar.

Subadra dkk (2005) meneliti aktivator  $(\text{NH}_4)\text{HCO}_3$  sebagai aktivator dalam pembuatan karbon aktif dari tempurung kelapa dimana konsentrasi, dimana konsentrasi aktivator divariasikan dan arang direndam selama 10 jam. Hasil penelitian tersebut memberikan kualitas arang terbaik pada konsentrasi aktivator 2,5%. Pada konsentrasi tersebut diperoleh kadar abu 3,18%, kadar air 1,95%, kadar zat mudah menguap 17,7 %, dan daya adsorpsi terhadap iod sebesar 304,88  $\text{mg/g}$ .

## 2.6 Aktivator $\text{H}_3\text{PO}_4$

Asam fosfat juga dikenal sebagai asam atau *orthophosphoric* fosfat (V) asam adalah sebuah mineral (anorganik) asam yang memiliki rumus kimia  $\text{H}_3\text{PO}_4$ . Asama fosfat anhidrit murni yang merupakan padatan putih yang meleleh pada

42,35°C, tidak berwarna, dan cairan kental. Kebanyakan orang dan bahkan kimia merujuk pada asam *orthophosphoric* sebagai asam fosfat, yang merupakan nama IUPAC untuk senyawa ini. Awalan *orto* digunakan untuk membedakan asam dari asam fosfat yang lain, yang disebut asam *polyphosphoric*. Sifat fisik dan kimia asam fosfat seperti ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Sifat Fisik dan Kimia H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>

Parameter	Sifat Fisik dan Kimia
Rumus kimia	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>
Massa molar	98,00 gr/mol
Penampilan	Padatan putih/cairan kental (>42°C)
Density	1,885 gr/mL (cairan) 1,685 gr/mL (85% larutan) 2,030 gr/mL (kristal padat)
Titik lebur	42,35°C (Anhidrat) 29,35°C (hemyhidrate)
Titik didih	158°C
Kelarutan dalam air	548 gr/100 MI
Keasaman	2,148
Viskositas	2,4 – 9,4 cP

Sumber : Trisnawati, 2009

## 2.7 Tempurung Kelapa sebagai Karbon Aktif

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil kelapa yang utama di dunia. Luas area tanaman kelapa pada tahun 2008 mencapai 3,76 juta ha, dengan total produksi diperkirakan sebanyak 14 milyar butir kelapa, yang sebagian besar (95%) merupakan perkebunan rakyat. Luas perkebunan kelapa di Indonesia saat ini mencapai 3,8 juta hektar (Ha) yang terdiri dari perkebunan rakyat seluas 3,7 juta Ha; perkebunan milik pemerintah seluas 4.669 Ha; serta milik swasta seluas 66.189 Ha. Selama 34 tahun, luas tanaman kelapa meningkat dari 1,66 juta hektar pada tahun 1969 menjadi 3,8 juta hektar pada tahun 2011.

Kelapa mempunyai nilai dan peran yang penting baik ditinjau dari aspek ekonomi maupun sosial budaya. Pemanfaatan buah kelapa umumnya hanya daging buahnya saja untuk dijadikan kopra, minyak, dan santan untuk keperluan rumah tangga, sedangkan hasil sampingan lainnya seperti tempurung kelapa

belum begitu banyak dimanfaatkan. Bobot tempurung mencapai 12% dari bobot buah kelapa. Dengan demikian, apabila secara rata-rata produksi buah kelapa per tahun adalah sebesar 5,6 juta ton, maka berarti terdapat sekitar 672 ribu ton tempurung yang dihasilkan. (<http://www.bi.go.id/sipuk/>, 2011).

Manfaat tempurung kelapa yaitu dapat dibakar langsung sebagai kayu bakar atau diolah menjadi arang. Arang batok kelapa dapat digunakan sebagai kayu bakar biasa atau diolah menjadi arang aktif yang diperlukan oleh berbagai industri pengolahan. Tempurung kelapa juga digunakan untuk membuat berbagai peralatan dapur, seperti gayung dan sendok sayur. Selain itu, tempurung kelapa juga dapat dibuat aneka kerajinan yang menarik, seperti hiasan dinding maupun hiasan gantung, kancing baju, dan berbagai bentuk gantungan kunci. Pada Tabel 4 dapat dilihat karakteristik dari tempurung kelapa.



Sumber : <http://briquettesindo.wordpress.com>

Gambar 1. Tempurung Kelapa

Tabel 4. Karakteristik Tempurung Kelapa

Parameter	Persentase (%)
Kadar air	7,8
Kadar abu ( <i>ash content</i> )	0,4
Kadar material yang menguap ( <i>volatile matter</i> )	80,80
Karbon ( <i>fixed carbon</i> )	18,80

Sumber : <http://www.pdii.lipi.co.id>

Tempurung kelapa termasuk golongan kayu keras, dan secara kimia memiliki komposisi kimia yang hampir mirip dengan kayu yaitu tersusun dari



*lignin*, *cellulose*, dan *hemicelluloses*, dengan komposisi yang berbeda-beda. Kandungan selulosa dari tempurung kelapa menjadikan tempurung kelapa berpotensi untuk dikembangkan sebagai karbon aktif. Tabel 5 menunjukkan komposisi kimia dari Tempurung kelapa.

Tabel 5. Komposisi Kimia Tempurung Kelapa

Komponen	Rumus Kimia	Persentase (%)
<i>Cellulose</i>	$(C_6H_{10}O_5)_n$	33,61
<i>Hemicellulose</i>	$(C_5H_8O_4)_n$	19,27
<i>Lignin</i>	$[(C_9H_{10}O_3)(CH_3)]_n$	36,51

Sumber : <http://www.asapcair.com>

## 1. Jenis Kelapa

Tanaman kelapa banyak kita jumpai di seluruh wilayah Indonesia. Tanaman ini sudah tidak asing pemanfaatan buahnya, maupun bagian tanaman lainnya. Tanaman kelapa (*Cocos nucifera.L*) merupakan tanaman yang termasuk familia Palmae yang dibagi menjadi tiga sebagai berikut :

### a. Kelapa Dalam

Kelapa dalam memiliki batang tinggi dan besar, serta tinggimya mencapai 30 meter atau lebih. Kelapa dalam mulai berbuah agak lambat yaitu antara 6-8 tahun setelah tanam dan umurnya dapat mencapai 100 tahun lebih. Kelapa dalam memiliki varietas *Viridis* (kelapa hijau), *Rubescens* (kelapa merah), *Macrocorpu* (kelapa kelabu), dan *Sakaring* (kelapa manis).

### b. Kelapa Genjah

Kelapa genjah memiliki varietas *Eburnea* (kelapa gading), *Regia* (kelapa raja), *Purnila* (kelapa puyuh), dan *Pretiosa* (kelapa raja malabar).

### c. Kelapa Varietas Hibrida

Kelapa varietas hibrida diperoleh dari hasil persilangan antara varietas genjah dan varietas dalam. Hasil persilangan itu merupakan kombinasi sifat-sifat yang baik dari kedua jenis varietas kelapa asalnya.

## 2. Bagian-Bagian Buah Kelapa

### a. Kulit luar

Kulit luar merupakan lapisan tipis (0,14 mm) yang mempunyai permukaan licin dengan warna bervariasi dari hijau, kuning sampai hijau, tergantung pada kematangan buah. Jika tidak ada goresan dan robek, kulit luar kedap air.

#### b. Sabut Kelapa

Sabut kelapa merupakan bagian yang cukup besar dari buah kelapa, yaitu sekitar 35% dari berat keseluruhan buah. Sabut kelapa terdiri atas 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).

Untuk polutan yang masuk ke lingkungan hidup, bagian dari sabut dan tempurung kelapa sangat potensial didayagunakan sebagai adsorben terutama untuk polutan logam berat yang sangat berbahaya bagi manusia. Sebagai contoh untuk masyarakat yang air minumnya bergantung pada air sumur dapat memanfaatkan matras sabut kelapa yang telah dicelup pada zat pewarna wantex untuk menyerap logam berat Mangan (Mn) dengan hasil 1 gram matras-wantex dapat menyerap 4,69 mg Mn.

#### c. Tempurung

Tempurung merupakan lapisan keras yang terdiri atas lignin, selulosa, metoksil, dan berbagai mineral. Kandungan bahan-bahan tersebut beragam sesuai dengan jenis kelapanya. Struktur yang keras disebabkan oleh silikat ( $\text{SiO}_2$ ) yang cukup tinggi kadarnya pada tempurung. Berat tempurung sekitar 15-19% dari berat keseluruhan.

Dari penelitian lain di Universitas Lampung menyebutkan arang tempurung kelapa juga mempunyai kemampuan untuk menyerap logam berat Pb, Fe, dan Cu.

Tabel 6. Kemampuan tempurung kelapa menyerap logam

Adsorben	Pb	Fe	Cu
1 Kg Arang Tempurung Kelapa	35,8 mg	15,5 mg	13,8 mg
1 Kg Arang Tempurung Kelapa (Aktivasi)	56,3 mg	43,8 mg	39,9 mg
1 Kg Arang Tempurung Kelapa (Aktivasi + $\text{ZnCl}_2$ )	72,3 mg	36,1 mg	52,7 mg

Sumber: Hardoko IQ (2006) dalam Hanifah (2012)

Dari Tabel 6 secara umum diketahui bahwa arang tempurung kelapa yang paling efektif untuk menyerap logam berat adalah arang yang telah diaktivasi dan

ditambahkan  $ZnCl_2$ . Selain untuk logam berat, arang tempurung kelapa juga baik diterapkan dalam pengolahan limbah air industri dan dalam pengolahan emas.

## 2.8 Adsorpsi

Adsorpsi adalah proses penyerapan molekul (gas atau cair) oleh permukaan (padatan). Definisi tersebut digunakan untuk menjelaskan terjadinya akumulasi molekul-molekul gas pada permukaan padatan.

Adsorpsi dapat terjadi karena interaksi gaya elektrostatik atau *van der Waals* antar molekul (*physisorption*/fisisorpsi) maupun oleh adanya interaksi kimiawi antar molekul (*chemisorption*/kimisorpsi). Kimisorpsi atau fisisorpsi biasa dinyatakan oleh besarnya energi adsorpsi. Fisisorpsi memiliki energi adsorpsi sebesar 5 – 10 kJ/mol, lebih rendah dibandingkan dengan kimisorpsi dengan energi adsorpsi sebesar 30 – 70 kJ/mol untuk molekul dan 100 – 400 kJ/mol untuk atom. Adsorpsi adalah peristiwa kesetimbangan kimia. Oleh karenanya, bekurangnya kadar zat yang teradsorpsi (adsorbat) oleh material pengadsorpsi (*adsorbent*) terjadi secara kesetimbangan, sehingga secara teoritis, tidak dapat terjadi penyerapan sempurna adsorbat oleh adsorben. Jika pada proses adsorpsi ditemukan fenomena reduksi adsorbat hingga 100%, hal itu dimungkinkan oleh sensitifitas pengukuran konsentrasi adsorbat semata. Besarnya konsentrasi adsorbat oleh proses adsorpsi tergantung pada mekanisme adsorpsi, konsentrasi awal adsorbat, temperatur, dosis adsorben, dan lain-lain sehingga membandingkan kemampuan suatu adsorben dari besarnya reduksi setelah adsorpsi bisa menjadi biasa.

Apabila adsorbennya bersifat polar, maka komponen yang bersifat polar akan terikat lebih kuat dibandingkan dengan komponen yang kurang polar. Kekuatan interaksi juga dipengaruhi oleh sifat keras-lemahnya dari adsorbat maupun adsorben.

Sifat keras untuk kation dihubungkan dengan istilah *polarizing power cation*, yaitu kemampuan suatu kation untuk mempolarisasi anion dalam suatu ikatan. Kation yang mempunyai *polarizing power cation* besar cenderung bersifat keras. Sifat *polarizing power cation* yang besar dimiliki oleh ion-ion logam dengan ukuran (jari-jari) kecil dan muatan yang besar.

Sebaliknya sifat *polarizing power cation* yang rendah dimiliki oleh ion-ion logam dengan ukuran besar namun muatannya kecil, sehingga diklasifikasikan ion lemah, sedangkan pengertian keras untuk anion dihubungkan dengan istilah polarisabilitas anion yaitu, kemampuan suatu anion untuk mengalami polarisasi akibat medan listrik dari kation. Anion bersifat keras adalah anion berukuran kecil, muatan besar, dan elektronegatifitas tinggi, sebaliknya anion lemah dimiliki oleh anion dengan ukuran besar, muatan kecil, dan elektronegatifitas yang rendah. Ion logam keras berikatan kuat dengan anion keras dan ion logam lemah berikatan kuat dengan anion lemah (Liu, 2009).

Adsorpsi kimia (*Chemisorption*) adalah adsorpsi dimana terjadi karena ikatan kimia (*chemical bonding*) antara molekul zat terlarut (*solute*) dengan molekul adsorben. Adsorpsi ini bersifat sangat eksotermis dan tidak dapat berbalik (*irreversible*). Adsorpsi kimia terjadi karena adanya reaksi kimia antara zat padat dengan adsorbat larut dan reaksi ini tidak berlangsung bolak balik. Interaksi suatu senyawa organik dan permukaan adsorben dapat terjadi melalui tarikan elektrostatis ataupun pembentukan ikatan kimia.

Adsorpsi fisika (*physical adsorption*) adalah adsorpsi yang terjadi karena adanya gaya tarik molekul oleh gaya *van der Waals* dan biasanya adsorpsi berlangsung secara bolak balik. Ketika gaya tarik menarik zat terlarut dengan pelarut, maka zat terlarut akan cenderung teradsorpsi pada permukaan adsorben.

Metode eksperimen adsorpsi dapat digolongkan menjadi dua yaitu sistem *batch* dan sistem kolom. Pada sistem *batch* adsorben dicampurkan pada larutan yang tetap jumlahnya dan diamati kualitasnya pada selang waktu tertentu. Pada sistem kolom larutan selalu dikontakkan dengan adsorben, sampai kondisi jenuh yaitu pada saat konsentrasi *effluent* (Liu, 2009).

Untuk meningkatkan kecepatan adsorpsi, dianjurkan agar menggunakan karbon aktif yang telah dihaluskan. Sifat karbon aktif yang paling penting adalah daya serap. Dalam hal ini, ada beberapa faktor yang mempengaruhi daya serap adsorpsi, yaitu :

1. Sifat serapan

Banyak senyawa yang dapat diadsorpsi oleh karbon aktif, tetapi kemampuannya untuk mengadsorpsi berbeda untuk masing-masing

senyawa. Adsorpsi akan bertambah besar sesuai dengan bertambahnya ukuran molekul serapan dan struktur yang sama, seperti dalam deret homolog. Adsorpsi juga dipengaruhi oleh gugus fungsi, posisi gugus fungsi, ikatan rangkap, struktur rantai, dan senyawa serapan.

## 2. Temperatur

Dalam pemakaian karbon aktif dianjurkan untuk mengamati temperatur pada saat berlangsungnya proses. Faktor yang mempengaruhi temperatur proses adsorpsi adalah viskositas dan stabilitas termal senyawa serapan, seperti terjadi perubahan warna maupun dekomposisi, maka perlakuan dilakukan pada titik didihnya. Untuk senyawa volatil, adsorpsi dilakukan pada temperatur kamar atau bila memungkinkan pada temperatur yang lebih rendah.

## 3. pH (Derajat Keasaman)

Untuk asam-asam organik, adsorpsi akan meningkat bila pH diturunkan, yaitu dengan penambahan asam-asam mineral, ini disebabkan karena kemampuan asam mineral untuk mengurangi ionisasi asam organik tersebut. Sebaliknya bila pH asam organik dinaikkan yaitu dengan menambahkan alkali, adsorpsi akan berkurang sebagai akibat terbentuknya garam.

## 4. Waktu Singgung

Bila karbon aktif ditambahkan dalam suatu cairan, dibutuhkan waktu untuk mencapai kesetimbangan. Waktu yang dibutuhkan berbanding terbalik dengan jumlah karbon yang digunakan. Selisih ditentukan oleh dosis karbon aktif, pengadukan juga mempengaruhi waktu singgung. Pengadukan dimaksudkan untuk memberi kesempatan pada partikel karbon aktif untuk bersinggungan dengan senyawa serapan. Untuk larutan yang mempunyai viskositas tinggi, dibutuhkan waktu singgung yang lebih lama (Sembiring, 2003).

## 2.9. Penelitian Terdahulu dan Terkait

Berikut rangkuman penelitian dan terkait pada penelitian ini ditampilkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Meta Analisis

No	Judul	Penulis	Lokasi (tahun)	Tujuan	Variabel	Indikator	Metode	Hasil dan Uraian
1	Tinjauan Teknologi Pengolahan Lechate di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Perkotaan	Wahyu Purwanta, 2007	Indonesia, 2007	Mengevaluasi metode pengolahan sampah	Laju timbulan lindi, komposisi dan karakteristik lindi	Jenis-jenis metode penanganan lindi	Menganalisis berbagai metoda yang ada dalam pengolahan lindi	Penanganan lindi sudah banyak metode yang bisa dilakukan. Penangan dengan metode resirkulasi dapat menurunkan beban organik sampai 90 %
2	Pengaruh Aktivasi Karbon dari Sekam Padi pada Proses Adsorpsi Logam Cr(VI)	Danarto dan Samun, 2008	Indonesia (2008)	Meningkatkan kemampuan karbon sekam padi menjadi karbon aktif untuk menyerap logam menggunakan ZnCl <sub>2</sub> sebagai aktivator	Konsentrasi aktivator, waktu penyerapan	Kemampuan daya serap maksimal terhadap Cr (VI)	Aktivasi karbon sekam padi dilakukan dengan melakukan variasi perendaman dan konsentrasi larutan ZnCl <sub>2</sub> sebagai aktivator	Karbon aktif dari sekam padi dengan perendaman selama 1 hari lebih baik dari perendaman selama 1 jam. Daya serap karbon dengan perendaman 1 hari mencapai 95,6 % terhadap Cr, sedangkan dengan perendaman selama 1 Jam hanya mencapai 87,7 %

No	Judul	Penulis	Lokasi (tahun)	Tujuan	Variabel	Indikator	Metode	Hasil dan Uraian
3	Leachate characterization in semi-aerobic and sanitary landfills: a comparative study	Aziz <i>et al</i> , 2010	Malaysia, 2010	Mengetahui karakteristik lindi dari 2 tempat pembuangan akhir dengan tipe yang berbeda	Phenol, Ammonia, total nitrogen, warna, COD, BOD	Konsentrasi lindi pada 2 TPA	Karakteristik lokasi sampling, pengambilan sampling lindi, karakterisasi lindi	Didapatkan perbedaan karakteristik terhadap 20 parameter lindi dari 2 lokasi TPA yang berbeda cara pengoperasiannya. Pada TPA semi-aerobic lebih stabil daripada lindi dari TPA dengan dengan metode aerobic sanitary landfills
4	Pemanfaatan Limbah Tahu Sebagai Bahan Penyerap Logam Krom, Kadmium dan Besi dalam Air Lindi TPA	Nohong, 2010	Indonesia, 2010	Memanfaatkan limbah tahu untuk menyerap logam dalam lindi TPA Sampah	Variasi berat dan waktu	Penurunan konsentrasi logam dalam lindi TPA Sampah	Preparasi penyerap dari tahu dengan cara dikeringkan kemudian dioven pada temperatur 60 °C selama 14 jam. Penentuan kondisi optimum penyerapan terhadap logam dari air lindi	Ada pengaruh berat dan waktu terhadap penyerapan logam Cr dan Fe, dan tidak ada pengaruh terhadap penyerapan logam Cd. Efektifitas penyerapan terhadap Fe 44,34% dan kondisi optimum untuk adsorpsi Cr mencapai 95,53%

No	Judul	Penulis	Lokasi (tahun)	Tujuan	Variabel	Indikator	Metode	Hasil dan Uraian
5	Adsorpsi Ion Cr(VI) oleh Arng Aktif Sekam Padi	Yusuf dan Tjahyani, 2013	Indonesia, 2013	Membuat karbon aktif dari Sekam Padi dan daya serapnya terhadap ion Cr(VI)	Waktu interaksi penyerapan	Kualitas karbon aktif, daya serap terhadap ion Cr(VI)	Aktivasi sekam padi dilakukan dengan aktivator K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> . Karbon aktif yang dihasilkan dikarakterisasi berdasarkan kadar air, kadar abu, bagian yang hilang pada saat pemanasan dan daya serap terhadap I <sub>2</sub>	Karbon aktif yang memenuhi syarat kualitas berdasarkan SII No. 0258-79 untuk parameter kadar air sebesar 5, 022. Untuk parameter kadar abu, bagian yang hilang pada saat pemanasan dan daya serap terhadap I <sub>2</sub> belum memenuhi persyaratan. Daya serap karbon aktif sekam padi terhadap Cr (VI) mencapai 17, 204 mg/L pada saat keetimbangan.
6	Pembuatan Karbon Aktif dari 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	Pambayun, et al, 2013	Indonesia, 2013	Membuat karbon aktif dari tempurung kelapa untuk mengurangi kadar fenol dalam air limbah	Konsentrasi aktivator, konsentrasi larutan fenol	Kualitas karbon aktif, persen removal terhadap fenol	Proses pembuatan karbon aktif dilakukan pada suhu 700 °C dengan waktu aktivasi 4 jam, waktu perendaman 24 jam, konsentrasi pengaktif 2,5; 5, dan 7,5 % w/w, serta konsentrasi fenol 100, 200, 300, 400 dan 500 mg/L	Karbon aktif yang dihasilkan sesuai dengan SII No. 0258-79 dengan metode aktivasi fisika dan kimia. Kadar air 0,382-1,619 %, kadar abu 2,28-7,79 % dan iodine number 448,02-1599,72 mg/g. Kapasitas optimum penyerapan terhadap fenol dengan karbon aktif mencapai 22,751 mg fenol/gram karbon aktif dengan aktivator Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 5 %.



## **BAB III**

### **METODELOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan Tempat**

Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium bertempat di Laboratorium Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang. Air lindi yang digunakan pada penelitian berasal dari kolam penampungan lindi TPA Sukawinatan Palembang. Dilakukan penelitian pendahuluan untuk mengetahui nilai-nilai dari parameter yang akan diuji. Sehingga dapat ditentukan langkah selanjutnya sesuai dengan nilai parameter yang ada.

#### **3.2 Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian meliputi peralatan : pH meter, Spatula, Pengaduk, Gelas Kimia 500 mL, 250 mL, 100 mL, Neraca Analitik, Pipet Ukur, Bola Karet, Kertas Saring, Oven, Pipet Tetes, buret 50 mL, magnetic stirrer, pengaduk gelas, desikator, labu takar 100 mL dan 500 mL, dan AAS.

Bahan yang digunakan dalam penelitian meliputi : tempurung kelapa, air dimeneralisasi, larutan asam phospat ( $H_3PO_4$ ), asam nitrat, larutan KI 0,4 N, larutan  $Na_2S_2O_3$ , indikator kanji .

#### **3.3 Metode Penelitian**

Penelitian ini direncanakan terdiri dari tiga tahap, yaitu

1. Pembuatan karbon aktif dari Tempurung Kelapa (Budiono, 2010) dan karakterisasinya
2. Perlakuan air lindi sampah terhadap karbon aktif untuk beberapa parameter
3. Analisis data

##### **3.3.1. Pembuatan Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa (Budiono, 2010)**

###### **a. Persiapan Pembuatan Arang Tempurung**

Tempurung kelapa dibersihkan dari pengotor. Tempurung kelapa yang digunakan diambil dari tempat usaha penjualan santan kelapa. Sebanyak satu kg

tempurung kelapa dipanaskan dalam furnace pada temperatur 500 °C dengan waktu tahan selama 2 jam. Setelah mengalami proses karbonisasi, karbon yang dihasilkan dihancurkan menggunakan *mechanical milling* sehingga terbentuk serbuk yang lolos 200 *mesh*. Sampel yang tidak lolos dihancurkan kembali sehingga berukuran lolos 200 *mesh*.

#### **b. Pembuatan Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa (Aktivasi)**

Karbon yang lolos 200 *mesh* selanjutnya direndam dengan larutan asam phosphat (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) konsentrasi 4M dengan perbandingan 1:4, kemudian direndam selama 24 jam. Kemudian campuran tersebut disaring dan *cakenya* dicuci dengan aquadest. Kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu sekitar 110 °C selama 3 jam. Setelah itu didinginkan dalam desikator.

#### **c. Karakterisasi Kualitas Karbon Aktif**

##### **1. Penentuan Kadar Air (SNI, 1995)**

Sebanyak 1 gram karbon aktif ditimbang dalam cawan porselen yang sudah diketahui beratnya. Cawan porselen bersama karbon aktif dimasukkan ke dalam oven pada suhu 110 °C selama 3 jam. Setelah itu didinginkan dalam desikator.

Data dikonfirmasi pada lembar kerja dengan perhitungan berikut :

$$\text{Inherent Moisture} = \frac{W_2 - W_1}{W_2 - W_3} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

$W_1$  = Berat cawan kosong + tutup (gram)

$W_2$  = Berat cawan + tutup + sampel (gram)

$W_3$  = Berat cawan + residu + tutup (gram)

##### **2. Penentuan Kadar Abu (SNI, 1995)**

Sebanyak 1 gram karbon aktif ditimbang dalam cawan porselen yang sudah diketahui beratnya. Cawan porselen bersama karbon aktif dipanaskan dalam furnace pada suhu 600 °C selama 4 jam. Setelah pemanasan selesai tutup furnace dibuka selama 1 menit untuk menyempurnakan proses pengabuan. Selanjutnya dimasukkan dalam desikator hingga kering. Setelah dingin ditimbang untuk mengetahui kadar abunya.

Data dikonfirmasi pada lembar kerja dengan perhitungan berikut :

$$\text{Kadar Abu} = \frac{W_3 - W_4}{W_2 - W_1} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(2)$$

dimana :

$W_1$  = Berat cawan kosong + tutup dalam keadaan kosong (gram)

$W_2$  = Berat cawan + tutup + sampel (gram)

$W_3$  = Berat cawan + residu + tutup (gram)

$W_4$  = Berat cawan + tutup setelah pembakaran (gram)

### 3. Penentuan Daya Adsorpsi Karbon Aktif terhadap Iodium (SNI, 1995)

Sebanyak 1 gram arang aktif ditimbang dan dikeringkan pada suhu 110°C selama 3 jam. Kemudian dilakukan pendinginan dalam desikator. Selanjutnya ditambahkan 50 mL larutan iod 0,1 N dan diaduk dengan magnetic stirer selama 15 menit. Campuran disaring dan diambil sebanyak 10 mL filtrat. Kemudian filtrat dititrasi dengan larutan natrium tiosulfat ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) 0,1 N sampai warna kuning berkurang. Selanjutnya ditambahkan beberapa tetes indikator amilum 1 % dan dititrasi kembali sampai larutan tidak berwarna.

$$\text{Bilangan Iodine} = \frac{25 \times (B - S) \times \text{BEI}_2 \times N}{10 \times W} \quad \dots\dots\dots(3)$$

dimana :

B = Volume titran blanko (mL)

S = Volume titran sampel (mL)

N = Konsentrasi larutan thiosulfat (mgrek/mL)

W = Berat karbon aktif (gram)

$\text{BEI}_2$  = 126,91 (mgr/mgrek)

#### 3.3.2 Perlakuan Penggunaan Karbon Aktif pada Air Lindi Sampah

Dalam perlakuan penggunaan karbon aktif pada air lindi sampah dilakukan dengan menggunakan metode *batch*, dimana metode *batch* digunakan dalam analisis uji adsorpsi dari karbon aktif. Volume air lindi yang pada setiap perlakuan

adalah 100 mL, dengan variasi waktu kontak 10, 20, 30, 40 dan 50 menit. Karbon Aktif yang digunakan 0,4 gram pada setiap perlakuan.

### 3.3.3 Analisis Data

#### 1. Pengukuran COD

- a. Dimasukkan sampel 10 mL sampel ke dalam tabung reaksi
- b. Ditambahkan 10 mL larutan Kalium dikromat 0,25 N
- c. Ditambahkan ke dalam larutan tersebut 0,4 gram serbuk  $\text{HgSO}_4$  dan 20 mL pereaksi asam sulfat pekat. Diaduk larutan tersebut hingga homogen.
- d. Diletakkan tabung yang berisi larutan tadi ke dalam COD reaktor kemudian panaskan pada suhu  $105^\circ\text{C}$  selama 2 jam
- e. Setelah dingin ditambahkan 3 tetes indikator ferroin
- f. Dititrasi dengan larutan FAS 0,25 N hingga terjadi perubahan warna dari hijau sampai merah-coklat
- g. Diperlukan percobaan blanko dengan cara seperti di atas.

#### 2. Pengukuran BOD

1. Disiapkan 2 botol DO, ditandai masing-masing botol dengan notasi  $A_1; A_2$
2. Dimasukkan larutan contoh uji ke dalam masing-masing botol DO  $A_1$  dan  $A_2$  sampai meluap, kemudian ditutup masing-masing botol secara hati-hati untuk menghindari terbentuknya gelembung udara
3. Dilakukan pengocokan beberapa kali, kemudian ditambahkan air bebas mineral pada sekitar mulut DO yang ditutup
4. Disimpan botol  $A_2$  dalam lemari incubator  $20^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$  selama 5 hari
5. Dilakukan pengukuran oksigen terlarut terhadap larutan dalam botol  $A_1$ . Hasil pengukuran, merupakan nilai oksigen terlarut nol hari ( $A_1$ ).
6. Diulangi point 5 untuk botol  $A_2$  yang telah diinkubasi 5 hari  $\pm$  6 jam. Hasil pengukuran merupakan nilai oksigen terlarut 5 hari
7. Dilakukan pengerjaan point 1-6 untuk penetapan blanko dengan menggunakan larutan pengencer tanpa contoh uji. Hasil pengukuran yang diperoleh merupakan nilai oksigen terlarut nol hari ( $B_1$ ) dan nilai oksigen terlarut 5 hari ( $B_2$ )

8. Dilakukan pengerjaan point 1-6 untuk penetapan kontrol standar dengan menggunakan larutan glukosa-asam glutamat. Hasil pengukuran yang diperoleh merupakan nilai oksigen terlarut nol hari ( $C_1$ ) dan nilai oksigen terlarut 5 hari ( $C_2$ )
9. Dilakukan kembali pengerjaan point 1-6 terhadap beberapa macam pengenceran contoh uji.

### **3. Pengukuran Kadar Besi (Fe) dan Seng (Zn)**

Metode yang digunakan untuk logam besi (Fe) dalam air lindi sampah secara spektrofotometri serapan atom-nyala (AAS) pada panjang gelombang 248,3 nm. Penambahan asam nitrat bertujuan untuk melarutkan analit logam dan menghilangkan zat-zat pengganggu yang terdapat dalam contoh uji air lindi dengan bantuan pemanas listrik, kemudian diukur dengan AAS menggunakan gas asetilen ( $C_2H_2$ ).

#### **a. Persiapan Contoh Uji**

1. Masukkan 50 mL contoh uji yang sudah dikocok sampai homogen ke dalam gelas piala
2. Tambahkan 5 mL asam nitrat
3. Panaskan di pemanas listrik sampai larutan contoh uji hampir kering
4. Ditambahkan 50 mL air suling, masukkan ke dalam labu ukur 100 mL melalui kertas saring dan ditepatkan 100 mL dengan air suling

#### **b. Pembuatan Larutan Baku Logam Besi, Fe 100 mg/L**

1. Pipet 10 mL larutan induk logam mangan, Fe 1000 mg/L ke dalam labu ukur 100 mL
2. Tepatkan dengan larutan pengencer sampai tanda tera

#### **c. Pembuatan Larutan Standar Logam Besi (Fe)**

Pengenceran dari larutan induk. Pengenceran dibuat beberapa variasi konsentrasi dari larutan standar besi 10 ppm yang konsentrasinya disesuaikan dengan kadar dalam kadar besi dalam air lindi.

#### **d. Prosedur dan Pembuatan Kurva Kalibrasi**

1. Optimalkan alat AAS sesuai petunjuk penggunaan alat

2. Ukur masing-masing larutan kerja yang telah dibuat pada panjang gelombang 279,5 nm
3. Buat kurva kalibrasi untuk mendapatkan persamaan garis regresi
4. Lanjutkan dengan pengukuran contoh uji yang sudah dipersiapkan

**e. Langkah yang sama dilakukan untuk Seng (Zn)**

**4. Efektivitas Penyerapan Logam di dalam Air Lindi dengan Karbon Aktif**

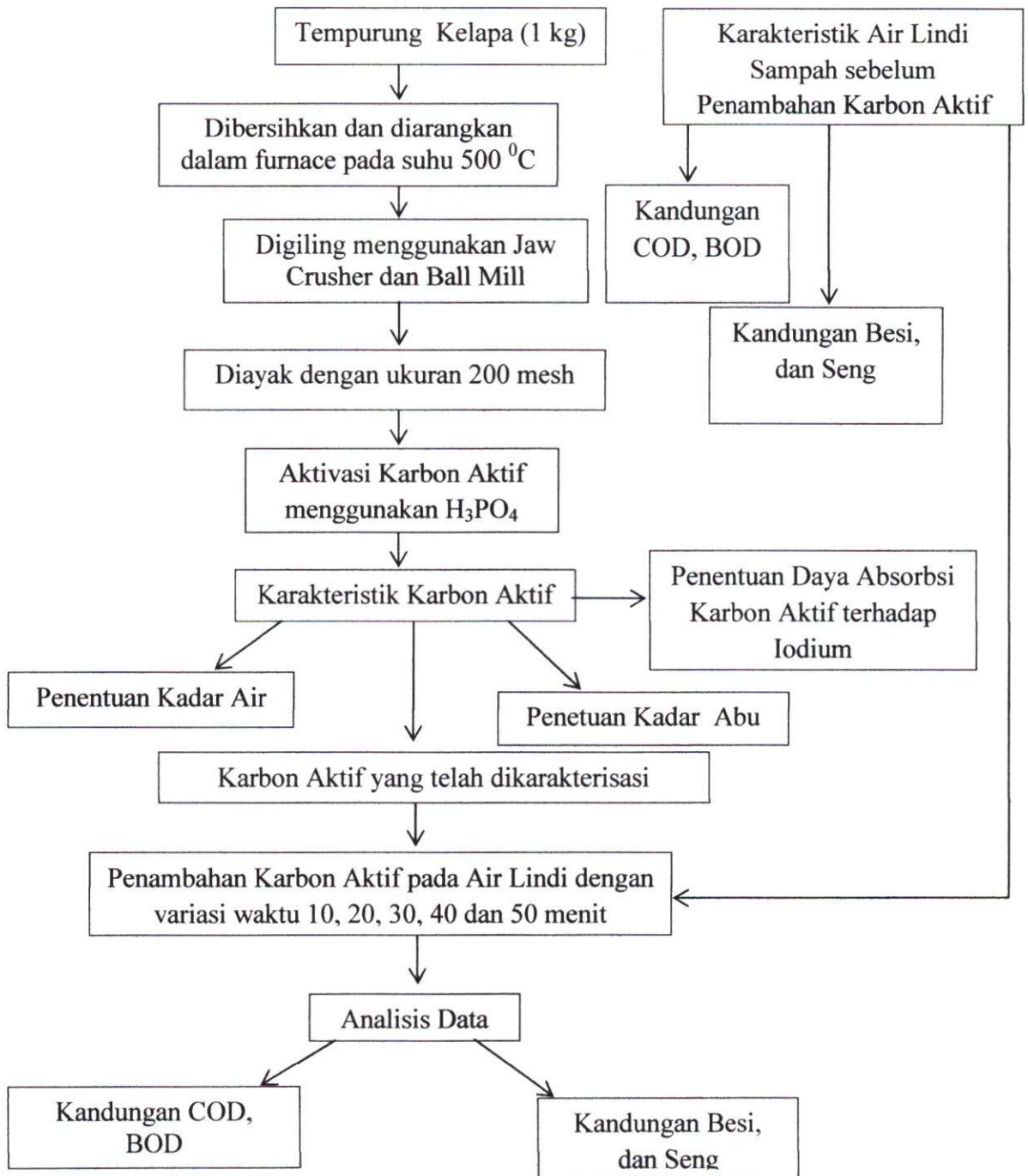
Hasil yang didapat dianalisis kandungan besi dan seng menggunakan alat AAS. Data hasil analisis dengan AAS berupa konsentrasi seng dan besi. Dari data tersebut dapat dicari jumlah besi dan seng yang terserap oleh adsorben atau efisiensi penyerapan dengan rumus:

$$\text{Efektivitas penyerapan (\%)} = \frac{[x] \text{ awal} - [x] \text{ akhir}}{[x] \text{ awal}} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots(4)$$

Dimana:

[x] awal = Konsentrasi logam mula-mula dalam larutan umpan

[x] akhir = Konsentrasi logam pada larutan setelah proses penyerapan



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Penelitian

#### 4.1.1 Karakteristik Kualitas Karbon Aktif

Kualitas karbon aktif yang baik harus memenuhi persyaratan umum standar karbon aktif. Hasil karakteristik karbon aktif dari tempurung kelapa dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Kualitas Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa yang Dihasilkan

Jenis Uji	Syarat <sup>*)</sup>	Hasil Uji
Kadar Abu (%)	Maksimum 15	2,23
Kadar Air (%)	Maksimum 10	6,263
Daya Serap terhadap Iodium (mg/g)	Minimum 750	774,7

<sup>\*)</sup>SNI 06-3730-1995

Dari Tabel 8 dapat dilihat bahwa karbon aktif dari tempurung kelapa yang dihasilkan telah memenuhi Standar Nasional Indonesia 06-3730-1995.

#### 4.1.2 Karakterisasi Air Lindi Sampah

Hasil analisis air lindi sampah sebelum perlakuan dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Karakteristik Air Lindi Sampah sebelum Penambahan Karbon Aktif

Parameter	Hasil Uji	Baku Mutu (*)
Kandungan COD (mg/L)	265	100
Kandungan BOD (mg/L)	81,3	50
Kandungan Besi (mg/L)	0,03	5
Kandungan Zn (mg/L)	0,03	5

\* Peraturan Gubernur Sumsel Nomor 8 Tahun 2012

Dari Tabel 9 dapat dilihat bahwa kualitas air lindi sebelum perlakuan berdasarkan parameter COD dan BOD sudah melebihi baku mutu yang dipersyaratkan. Kandungan logam Fe dan Zn masih dibawah baku mutu. Berdasarkan hasil analisa terhadap kualitas air lindi tersebut yang sudah melebihi baku mutu maka perlu perlakuan sebelum dibuang ke lingkungan.



### 4.1.3 Hasil Analisis Terhadap Air Lindi Setelah Perlakuan Menggunakan Karbon Aktif

Penentuan waktu kontak kesetimbangan terhadap air lindi adalah untuk mengetahui waktu kesetimbangan yang dibutuhkan karbon aktif dalam menyerap kadar pencemar secara maksimum. Data hasil penyerapan pada air lindi dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Analisis Penambahan Karbon Aktif pada Air Lindi

Parameter	Hasil Uji	Standar Baku (*)
Kandungan COD (mg/L)	95,5	100
Kandungan BOD (mg/L)	44,8	50
Kandungan Besi (mg/L)	0,005	5
Kandungan Seng(mg/L)	0,005	5

\* Peraturan Gubernur Sumsel Nomor 8 Tahun 2012

## 4.2 Pembahasan

### 4.2.1 Karakterisasi Kualitas Karbon Aktif dari Tempung Kelapa

Karbon aktif yang dihasilkan melalui aktivasi kimia dengan aktivator  $H_3PO_4$  dengan ukuran partikel 200 mesh distandarisasi berdasarkan SNI No. 06-3730-1995. Analisis yang dilakukan yaitu % rendemen kadar air, kadar abu, dan penyerapan terhadap iodine. Selain itu dilakukan juga analisa terhadap struktur morfologi karbon aktif yang dihasilkan.

#### 1. Penentuan % Rendemen Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa

Penentuan % rendemen bahan baku untuk karbon aktif bertujuan untuk mengetahui jumlah bahan baku yang dapat dijadikan karbon aktif setelah proses karbonisasi. Karbonisasi dilakukan di dalam *furnace*. Hasil analisa % rendemen dari penelitian ini adalah 24 % (hasil perhitungan ditampilkan pada Lampiran 1).

#### 2. Penentuan Kadar Air Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa

Analisa kadar air pada karbon aktif bertujuan untuk mengetahui kandungan air yang terdapat pada karbon aktif. Kadar air karbon aktif yang dihasilkan pada penelitian ini rata-rata 6,263 %, hasil ini menunjukkan bahwa karbon aktif dari tempurung kelapa memenuhi syarat mutu SNI No. 06-3730-1995 yaitu maksimal 15 % untuk karbon aktif dalam bentuk serbuk. Air yang tersimpan di dalam karbon aktif yang berukuran partikel yang semakin halus,

maka kandungan air yang tersimpan akan semakin sedikit, karena pori-pori udaranya semakin kecil dan air tidak mudah masuk dalam pori-pori karbon aktif, dalam hal ini kadar air karbon aktif yang dikehendaki harus sekecil mungkin karena akan mempengaruhi daya serap terhadap gas maupun cairan (Viswanathan, 2009 dalam Budiono dkk, 2010). Perhitungan kadar air ditampilkan pada Lampiran 2.

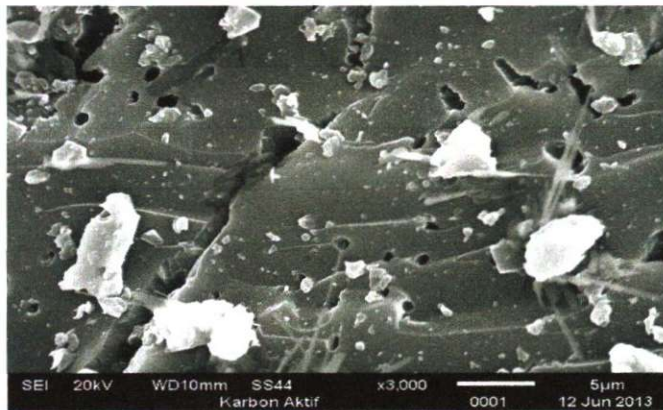
### 3. Penentuan Kadar Abu Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa

Analisa kadar abu bertujuan untuk mengetahui jumlah kandungan mineral yang terkandung dalam karbon aktif. Pada penelitian ini analisa yang dilakukan yaitu kadar abu dengan menggunakan *furnace* pada suhu 500 °C selama 4 jam. Semakin kecil ukuran partikel maka semakin besar nilai dari kadar abu tersebut. Hal ini disebabkan karena di dalam karbon aktif terdapat pori-pori yang akan terisi oleh molekul-molekul (Nuarti, 2011). Kadar abu karbon aktif hasil penelitian rata-rata 2,23 %. Hal ini menunjukkan bahwa kualitas karbon aktif yang dihasilkan memenuhi syarat mutu SNI No. 06-3730-1995 yaitu maksimal 10 %. Perhitungan kadar abu ditampilkan pada Lampiran 3.

### 4. Penentuan Daya Serap Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa Terhadap Larutan Iodine

Analisa daya serap karbon aktif dari tempurung kelapa terhadap iodine bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan karbon aktif untuk menyerap zat terlarut. Karbon aktif yang dihasilkan mempunyai daya serap terhadap larutan iodium sebesar 774,7 mg/g (perhitungan ditampilkan pada Lampiran 4). Daya serap yang dihasilkan sesuai dengan syarat kualitas karbon aktif terhadap larutan iodium yaitu minimal 750 mg/g.

Untuk mengetahui struktur morfologi permukaan pada karbon aktif yang dihasilkan, dilakukan dengan menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscope*). Dari hasil SEM dengan perbesaran 3000 kali pada Gambar 3 terlihat karbon aktif memiliki pori yang terbuka atau berongga, sehingga dapat disimpulkan bahwa karbon aktif dari tempurung kelapa berbentuk *sponge* (Nurdiansyah dan Susanti, 2013).



Gambar 3. SEM Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa pada perbesaran 3000 X

Berdasarkan kriteria kualitas karbon aktif yaitu kadar air, kadar abu dan daya serap karbon aktif terhadap iodium menunjukkan bahwa karbon aktif dari tempurung kelapa yang diaktivasi menggunakan  $H_3PO_4$  4 M telah memenuhi standar kualitas karbon aktif berbentuk serbuk menurut SNI No. 06-3730-1995. Karbon aktif yang dihasilkan selanjutnya digunakan untuk mengadsorpsi lindi yang berasal dari TPA Sampah Sukawinatan.

#### 4.2.2. Analisis Air Lindi Sebelum Perlakuan Terhadap Karbon Aktif

Air lindi yang digunakan dianalisis terlebih dahulu supaya diketahui penurunan dan perbedaan setelah ditambah dengan karbon aktif. Analisis yang dilakukan berdasarkan parameter COD, BOD, logam Fe dan Zn.

Kandungan COD merupakan indikasi dari jumlah oksigen yang dibutuhkan oksidator untuk menguraikan zat tidak terlarut dalam 1 L air lindi. Hal ini menunjukkan jumlah kandungan zat yang tidak terlarut di dalam air lindi. Kandungan COD di dalam air lindi telah melebihi baku mutu yang telah ditetapkan yaitu 265 mg/L sedangkan baku mutunya 100 mg/L. Menurut Davis dan Cornwell (1991) dalam Astuti (2006), semakin tinggi nilai COD, maka akan semakin banyak kadar oksigen terlarut yang diperlukan untuk proses kimiawi, akibatnya dapat mengurangi ketersediaan oksigen terlarut bagi kehidupan organisme perairan.

Kandungan BOD merupakan indikasi dari jumlah oksigen yang dibutuhkan mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik dalam 1 L air lindi. Kandungan BOD di dalam air lindi melebihi baku mutu yang telah ditetapkan yaitu 81,3 mg/L sedangkan baku mutunya 50 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan BOD pada air lindi lebih rendah dari kandungan COD yang ada di dalam air lindi.

Berdasarkan parameter COD dan BOD maka air lindi sudah tidak layak dibuang ke lingkungan tanpa perlakuan terlebih dahulu. Berdasarkan analisa terhadap Fe dan Zn, didapatkan bahwa kandungan logam terlarut masih dibawah baku mutu yaitu masing-masing sebesar 0,03 mg/L, sedangkan baku mutu 5 mg/L. Pengambilan sampel pada musim yang banyak terjadi hujan menyebabkan rendahnya kadar logam terlarut. Meskipun demikian, logam terlarut yang ada menunjukkan telah terjadi pembentukan larutan logam hasil dari dekomposisi sampah yang terjadi secara terus menerus.

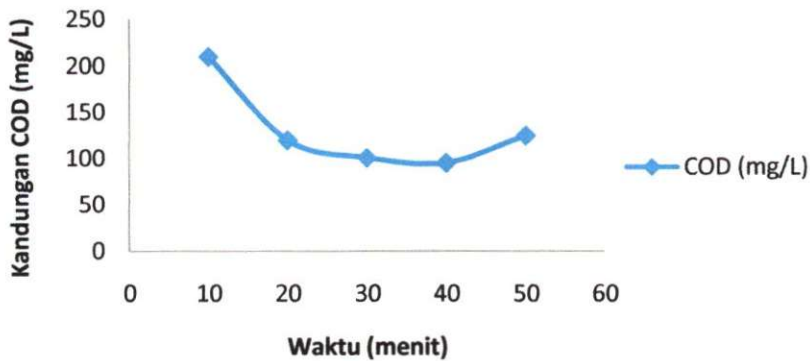
Hasil yang berbeda terhadap kandungan COD, BOD, Fe dan Zn berdasarkan analisa yang dilakukan terhadap air lindi TPA Sukawinatan ditunjukkan oleh data dari Dinas DKK Palembang yaitu masing-masing 1160 mg/L, 654,4 mg/L, 1,88 mg/L dan 0,72 mg/L (Dinas DKK, 2013). Fluktuasi nilai cemaran tersebut tergantung dari pengaruh musim, sehingga dapat dikatakan pada umumnya berdasarkan parameter COD, BOD, Fe dan Zn sudah melewati batas baku mutu.

#### **4.2.3 Analisis Air Lindi setelah Perlakuan Terhadap Karbon Aktif**

Adsorpsi air lindi menggunakan karbon aktif dilakukan dengan kondisi waktu kontak yang berbeda. Air lindi sebagai sampel diambil langsung dari TPA Sukawinatan. Proses adsorpsi dilakukan pada waktu kontak 10, 20, 30, 40, 50 menit. Pada penelitian ini sebanyak 100 mL air lindi di adsorpsi dengan penambahan 0,4 gram karbon aktif.

Waktu adsorpsi berpengaruh terhadap proses adsorpsi COD. Waktu kontak optimum ditunjukkan oleh lamanya waktu yang diperlukan karbon aktif dalam menyerap COD secara maksimum. Pengaruh waktu kontak terhadap penurunan COD ditampilkan pada Gambar 4. Keseimbangan adsorpsi tercapai pada waktu

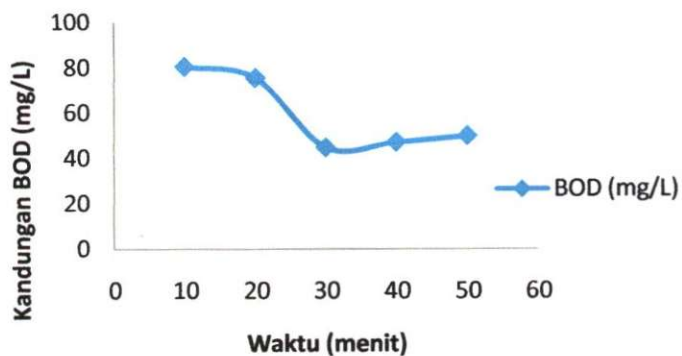
40 menit, yaitu pada konsentrasi COD 95,5 mg/L. Pada Gambar 4 terlihat proses berlangsung cepat, dimana pada waktu 10 hingga 40 menit masih mengalami peningkatan serapan COD.



Gambar 4. Grafik Waktu Kontak (menit) terhadap Penurunan Konsentrasi COD

Penurunan nilai COD yang tinggi pada lindi setelah adsorpsi dengan karbon aktif, disebabkan oleh senyawa-senyawa organik dalam lindi yang bereaksi dengan radikal OH kemudian teroksidasi dan menghasilkan senyawa yang lebih sederhana (Jun *et al.*, 2009).

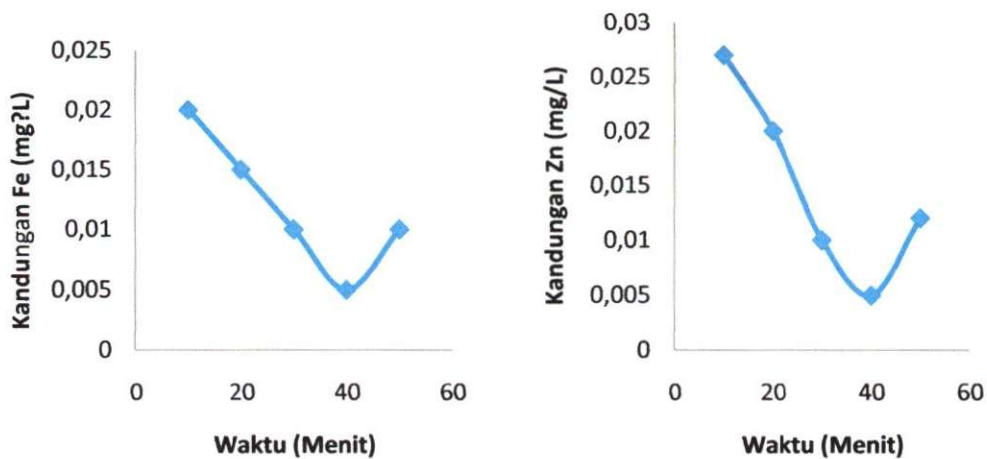
Nilai konsentrasi BOD<sub>5</sub> perairan dapat dipengaruhi oleh suhu, densitas plankton, keberadaan mikroba, serta jenis dan kandungan bahan organik (Priambodho, 2005). Nilai BOD<sub>5</sub> ini juga digunakan untuk menduga jumlah bahan organik di dalam air limbah yang dapat dioksidasi dan akan diuraikan oleh mikroorganisme melalui proses biologi. Hasil analisis BOD<sub>5</sub> dan air lindi pada penelitian ini ditampilkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Waktu Kontak (menit) terhadap Penurunan Konsentrasi BOD<sub>5</sub>

Kesetimbangan adsorpsi terhadap konsentrasi BOD tercapai pada waktu 30 menit yaitu 48,8 mg/L. Penurunan konsentrasi BOD5 seiring dengan penurunan COD, dimana penurunan nilai tersebut disebabkan oleh banyaknya senyawa organik yang teroksidasi oleh radikal hidroksil pada saat yang sama (Yuningrat dkk, 2015). Perhitungan analisis COD dan BOD ditampilkan pada Lampiran 5.

Analisis logam Fe dan Zn bertujuan untuk mengetahui kandungan air lindi setelah dikontakkan dengan karbon aktif dengan menggunakan alat spektrometer serapan atom. Hasil analisis logam Fe dan Zn air ditampikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Waktu Kontak terhadap Penurunan Konsentrasi Fe dan Zn

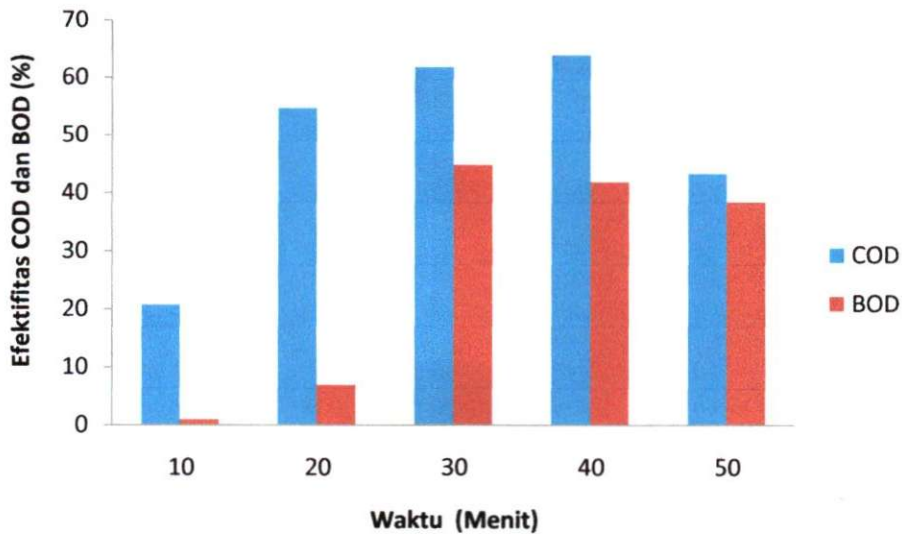
Kesetimbangan adsorpsi terhadap Fe dan Zn tercapai pada waktu yang bersamaan, yaitu 40 menit dengan konsentrasi Fe dan Zn masing-masing 0,005 mg/L. Kandungan logam Fe dan Zn air lindi sebelum kontak dengan karbon aktif yaitu untuk logam Fe 0,03 mg/L dan untuk logam Zn 0,03 mg/L. Perhitungan analisa Fe dan Zn ditampikan pada Lampiran 6.

#### 4.2.4. Efektivitas Penyerapan Kadar Pencemar di dalam Air Lindi dengan Karbon Aktif

Adsorpsi air lindi menggunakan karbon aktif dilakukan dengan kondisi waktu kontak yang berbeda. Air lindi sebagai sampel diambil langsung dari TPA Sukawinatan. Proses adsorpsi dilakukan pada waktu kontak 10, 20, 30, 40, 50

menit. Pada penelitian ini sebanyak 100 mL air lindi di adsorpsi dengan penambahan 0,4 gram karbon aktif.

Efektifitas penyerapan pada kondisi perlakuan tersebut terhadap penurunan parameter COD dan BOD<sub>5</sub> ditampilkan pada Gambar 7.

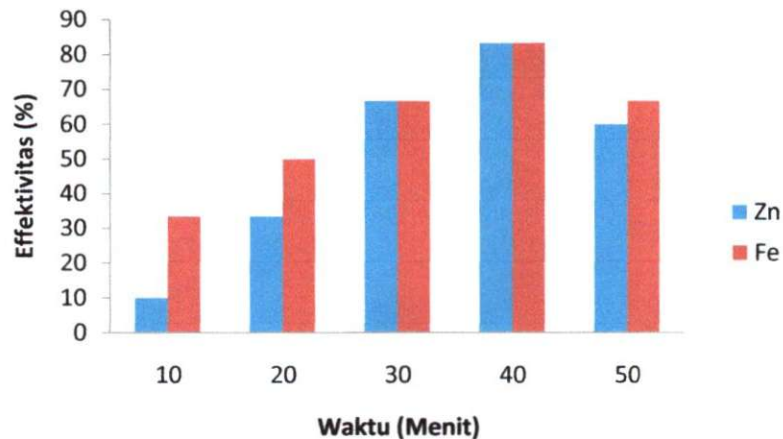


Gambar 7. Efektifitas Penyerapan terhadap Konsentrasi COD dan BOD<sub>5</sub>

Setelah mendapat perlakuan dengan kondisi tersebut, didapat waktu kesetimbangan untuk penurunan COD pada waktu kontak 40 menit, dimana konsentrasi COD menurun dari 265 mg/L menjadi 95,5 mg/L dengan efektifitas penyerapan mencapai 63,96 %. Lestari dkk (2009), mendapatkan efektifitas adsorpsi COD pada lindi menggunakan enceng gondok sebesar 30,68 %. Penelitian lain menyatakan efektifitas penurunan COD lindi rata-rata mencapai 40 % dengan menggunakan karbon aktif dari kayu sono (Diah dan Mardiyanto, 2014). Tingginya efektifitas penurunan terhadap COD lindi menggunakan karbon aktif dari tempurung kelapa karena pori-pori karbon aktif dari tempurung kelapa lebih banyak menyerap zat-zat organik dari lindi (Saleh, 2000).

Kesetimbangan adsorpsi BOD<sub>5</sub> tercapai pada waktu 30 menit dengan persen penurunan mencapai 44,8 mg/L dari kondisi awal 81,3 mg/L. Efektifitas penyerapan BOD<sub>5</sub> pada lindi menggunakan karbon aktif mencapai 44,89 %. Diah dan Murdiyanto (2014) mendapatkan efektifitas konsentrasi penurunan BOD<sub>5</sub> sebesar 40 % untuk adsorpsi lindi menggunakan granular karbon aktif.

Efektifitas penyerapan terhadap konsentrasi logam Fe dan Zn pada air lindi ditampilkan pada Gambar 8. Konsentrasi logam Fe dari 0,03 mg/L menurun menjadi 0,005 mg/L. Konsentrasi Zn dari 0,03 mg/L menurun menjadi 0,005 mg/L. Efektifitas penyerapan terhadap logam Fe dan Zn mencapai 83,33 %.



Gambar 8. Efektifitas penyerapan terhadap Konsentrasi Fe dan Zn

Penelitian lain tentang adsorpsi Fe dari limbah lindi yaitu Nohong (2010), telah meneliti adsorpsi Fe dari lindi menggunakan limbah tahu telah menurunkan konsentrasi Fe dari 16,33 mg/L menurun menjadi 9,09 mg/L sehingga efektifitasnya sebesar 44,34 %. Jika dibandingkan dengan penelitian oleh Nohong (2010), maka efektifitas penyerapan logam Fe menggunakan karbon aktif lebih besar dari penggunaan ampas tahu. Efektifitas penyerapan konsentrasi pencemar pada lindi TPA Sampah Sukawinatan secara keseluruhan ditampilkan pada Tabel 11. Konsentrasi akhir pencemar untuk parameter COD, BOD5, konsentrasi Fe dan Zn semuanya mencapai baku mutu dengan efektifitas penyerapan yang cukup tinggi .

Tabel 11. Efektifitas Penyerapan Konsentrasi Pencemar pada Lindi TPA

Parameter	Efektifitas (%)	Konsen. Akhir	Standar Baku (*)
COD	63,96	95,5 mg/L	100
BOD	44,89	44,8 mg/L	50
Besi (Fe)	83,33	0,005 mg/L	5
Seng(Zn)	83,33	0,005 mg/L	5

\* Peraturan Gubernur Sumsel Nomor 8 Tahun 2012



Berdasarkan hal-hal tersebut diatas dan data yang ditampilkan pada Tabel 10, maka dapat diprediksi penggunaan karbon aktif dari tempurung kelapa yang dihasilkan dalam penelitian ini mampu menangani limbah air lindi dari TPA Sukawinatan. Walaupun demikian, hasil yang didapatkan harus dievaluasi kembali sebelum diaplikasikan pada lapangan.

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis dan pembahasan dari penelitian ini, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- a. Kualitas karbon aktif dari tempurung kelapa yang diaktivasi dengan  $H_3PO_4$  4 M selama 24 jam telah memenuhi standar SNI 06-3730 dengan karakteristik yaitu kadar air sebesar 6,263 %, kadar abu sebesar 9,03 %, serta daya serap terhadap iodine sebesar 774,7 mg/g. Rendemen tempurung kelapa menjadi karbonaktif 24 %.
- b. Karakterisasi air lindi yang digunakan sebagai sampel mempunyai kandungan COD yaitu 265 mg/L,  $BOD_5$  81,3 mg/L, logam Fe 0,03 mg/l, dan logam Zn 0,03 mg/L. Kandungan COD dan  $BOD_5$  melebihi baku mutu yang telah ditetapkan pada peraturan Gubernur Sumsel Nomor 8 Tahun 2012.
- c. Karbon aktif dari tempurung kelapa mampu mengurangi kadar pencemar COD,  $BOD_5$ , logam Fe dan Zn. Efektivitas yang diperoleh untuk COD 63,96 %,  $BOD_5$  44,89 %, logam Fe dan Zn masing-masing 83,33 %.

### 5.2 Saran

Dari hasil penelitian yang telah diperoleh maka penulis memberikan saran untuk penelitian selanjutnya agar mengubah waktu kontak dengan rentang yang lebih luas dan memvariasi berat absorben yang digunakan sehingga diharapkan mendapatkan hasil yang lebih baik lagi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1979. *Mutu dan Cara Uji Arang Aktif*. Standar Industri Indonesia. No. 0258-79. Departemen Perindustrian RI : 1-2
- Aziz, S.Q, Hamidi, Suffian, Bashir. 2010. *Leachate Characterization in Semi-aerobic and Anaerobic Sanitary Landfills: A comparative study*. Journal of Environmental Management 91: 2608-2614
- Budiono, A., Suhartana, Gunawan. 2010. *Pengaruh Aktivasi Arang Tempurung Kelapa dan Tempurung Kelapa Sawit dengan Asam Sulfat dan Asam Posfat untuk Menyerap Fenol*. Skripsi Jur. Kimia, Universitas Diponegoro, Semarang
- Christensen, T.H., Bjerg, P. L., Jensen. D. L., Heron, G. 2001. *Biogeochemistry of Landfill Leachate Plumes*. Appl. Geochem. 16, 659-718
- Danarto, Y.C., Samun, T. 2008. *Pengaruh Aktivasi Karbon dari Sekam Padi pada Proses Adsorpsi Logam Cr (IV)*, Journal Equilibrium Vol.7 No 1, 13-16
- Diah, N., Mardianto, M. 2014 . *Penelitian Pengolahan Air Kolam Penampungan Lindi dengan Granular Filter Karbon Aktif pada Tipe Reaktor Vertikal*. <http://digilib.its.ac.id/public/itis.undergraduate-11073,digilib>, TIS
- Dinas Kebersihan Kota, 2012. *Laporan Tahunan Jumlah Timbulan Sampah di TPA Sampah Sukawinatan*.
- Fathiras dan Nasya. 2011. *Analisis pengelolaan sampah di tempat pembuangan akhir Pasir Sembung Kabupaten Cianjur (Aplikasi Model IPAT)*. Bogor. IPB
- Hanifah, M. 2011. *Karya Tulis Pemanfaatan Tempurung Kelapa (Cocos Nucifera L) sebagai Briket Bioarang*, Kutowinangun.
- Hayashi, J., Atsuo Kazehaya Katsuhiko Muroyama, A. Paul Watkinson. 2000. *Preparation of Activated Carbon from Lignin by Chemical Activation*. Journal of Carbon 38 : 1873-1878
- <http://www.bi.go.id/sipuk/arang-tempurung-kelapa>, diakses 1 Februari 2013
- <http://www.asapcair.com>. asap cair. diakses 2 Februari 2013
- <http://briquettesindo.wordpress.com>. Arang Tempurung Kelapa (Charcoal). diakses 20 Februari 2013

- (<http://www.amazine.co/28306/seng-zn-fakta-sifat-kegunaan-efek-kesehatannya/>), diakses 8 Februari 2016.
- <http://www.pdii.lipi.co.id>. Komposisi Tempurung Kelapa. Diakses 20 Februari 2013
- Jun, D.Z. Yongsheng., Z. Weihong and H. Mei, 2009. Laboratory Study On Sequenced Permeable Reactive Barrier Remediation for Landfill Leached Contaminated Groundwater. *Journal of Hazardous Materials* 161:224-230.
- Kirkeby, J.T., Birgisdottir, H., Bhandar, G. S., Hauschild, M. Z., Chirtensen. 2007. *Modelling Of Environmental Impacts Of Solid Waste Landfilling Within The Life-cycle Analysis Program EASEWASTE*, *Waste Manag*: 27 (7): 961-70
- Langmore. 1998. *Minimum Requirement for Water Monitoring at Waste Management Facilities*, 2<sup>nd</sup> Edition. Departement of Water Affairs and Forestry. Republic of South Africa, 1998
- Latifan, R dan D. Susanti, 2012. Aplikasi karbon Aktif dari Tempurung Kluwak (Pangium Edule) dengan Variasi Temperatur Karbonisasi dan Aktivasi Fisika sebagai Electric Double Layer Capacitor (EDLC), *Jurnal Teknik Material dan Metalurgi* 11(1): 1-6.
- Liu, H., Qing, YE. Xiushen, Li, Q. 2009. *Boron Adsorption by Composite Magnetic Particles*. *Journal Chemical Engineering* (151) 235-240
- Lestari, S, Santoso, S, Anggorowati, S. 2009. *Efektivitas eceng gondok (Eicharnia Crassipes) dalam Penyerapan Bahan Organik dan Logam Berat pada Leachate TPA Gunung Tugel Purwokerto*. Purwokerto. Universitas Jendral Sudirman
- Niya, A. A., Wan Mohd Ashri Wan Daud, Faroug, S. Mjalii. 2010. *Using Granular Activated Carbon Prepared from Oil Palm Shell by ZnCl<sub>2</sub> and Physical Activation for Methane Adsorption*. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*. 89 : 197-203
- Nohong. 2010. *Pemanfaatan Limbah Tahu Sebagai Bahan Penyerap Logam Krom, Kadmium dan Besi dalam Air Lindi TPA*. Kendari. Jurusan Kimia FMIPA Universitas Haluoleo Kendari
- Nuarti, M. 2011. Pengaruh Ukuran Partikel Terhadap Kualitas Penyerapan Karbon Aktif Dari Batubara Lignit Dengan Aktivator H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>. Palembang. Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Nurdiansyah, H dan Susanti, D, 2013. Pengaruh Variasi Temperatur Karbonisasi dan Temperatur Aktivasi Fisika dari Elektroda Karbon Aktif Tempurung

- Kelapa dan Tempurung Kluwak Terhadap Nilai Kapasitansi *Electric Double Layer Capacitor* (EDLC). *Jurnal Teknik Pomits* Vol. 2, No. 1, (2301-9271 Print)
- Pambayun, G.S., Y.E. Remigius, M. Rachimoeellah dan M.M. Endah, 2013. Pembuatan Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa dengan Aktivator  $ZnCl_2$  dan  $Na_2CO_3$  sebagai Adsorben untuk Mengurangi Kadar Fenol dalam Air Limbah, *Jurnal Teknik POMITS* 2(1).
- Peraturan Gubernur Sumsel Nomor 8 Tahun 2012 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri, Hotel, Rumah Sakit, Domestik dan Pertambangan Batubara.
- Priambodho, K., 2005. Kualitas Air Lindi Pada Tempat Pembuangan Akhir Sampah Galuga Kabupaten Bogor. Fakultas Perikanan Dan Kelautan IPB
- Purwanta, W., 2007. Tinjauan Teknologi Pengolahan Leachate di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Perkotaan, *JAI* Volume 3 No. 1
- Samorn, M., C. L. Sales and S. Phunsiri. 2002. *Solid Waste Recycling*. Disposal and Management in Bangkok. *Journal Environment Resources* 28:106-112.
- Saleh, E. 2000. Evaluasi Penggunaan Karbon Aktif Granular Sebagai Salah Satu Alternatif Pengolahan Air Lindi. Institut Teknologi Bandung.
- Sembiring, T.M dan T. S. Sinaga, 2003. *Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatannya)*. Jurusan Teknik Industri. Universitas Sumatera Utara, Medan
- SNI 06-3730-1995. Standar Mutu Arang Aktif
- Subadra, I., Bambang S., dan Iqmal T. 2005. Pembuatan Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa dengan Aktivator  $(NH_4)HCO_3$  sebagai Adsorben untuk Pemurnian Virgin Coconut Oil. Skripsi Jurusan Teknik Kimia FMIPA UGM, Yogyakarta.
- Sudarwin.2008.*Analisis Spasial Pencemaran Logam Berat (Pb(II) dan Cd) pada Sedimen Aliran Sungai dari TPA Sampah Jatibarang*. Semarang. Thesis, Undip
- Trisnawati.,L., 2009. Pemanfaatan Tongkol Jagung menjadi Karbon Aktif dengan Menggunakan Aktivator  $H_3PO_4$  dan  $NaOH$ , Palembang, Politeknik Sriwijaya.
- Tchobanolous. 1977. *Solid Waste Engeneering Principles and Management Issues*. Mc Graw Hill Book Company. New York

[www.Wikipedia.com/H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>](http://www.Wikipedia.com/H3PO4). Diakses 20 Februari 2013

Soemirat, Y.S., (1996). Kesehatan Lingkungan, Gajah Mada University Press, Yogyakarta (UI Press), Jakarta.

Yuningrat, N.M, Oviantari, M.V, Gunamantha, I. 2015. Fotodegradasi Senyawa Organik dengan Menggunakan Katalis TiO<sub>2</sub> Termobilisasi pada Plat Kaca. Jurnal Sains dan Teknologi, Vol.4 No.2.

**Lampiran 1. Rendemen Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa**

Rendemen karbon yang diperoleh dihitung berdasarkan rumus :

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{\text{Berat karbon yang dihasilkan (g)}}{\text{Berat awal tempurung kelapa (g)}} \times 100 \%$$

Berat tempurung kelapa mula-mula = 1000 gram

Berat karbon setelah proses karbonisasi = 240 gram

$$\begin{aligned} \% \text{ Rendemen} &= \frac{240}{1000} \times 100 \% \\ &= 24 \% \end{aligned}$$

## Lampiran 2. Perhitungan Kadar Air Karbon Aktif

- Berat Sampel = 1 gram
- Suhu Oven = 110 °C
- Waktu Pengeringan = 3 jam

### Data Pengamatan Analisis Kadar Air

Ukuran Partikel (#)	Waktu Aktivasi (Jam)	Massa Cawan Kosong (W <sub>1</sub> ), (gram)	Massa Cawan + Sampel Awal (W <sub>2</sub> ), (gram)	Massa Cawan + Sampel Akhir (W <sub>3</sub> ), (gram)
200	24	44,612	45,712	45,646
		45,562	46,162	46,091
		44,889	45,991	45,926

Massa Cawan Kosong (W<sub>1</sub>) = 44,612 gram

Massa Cawan + Sampel Awal (W<sub>2</sub>) = 45,712 gram

Massa Cawan + Sampel Akhir (W<sub>3</sub>) = 45,646 gram

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar Air} &= \frac{W_2 - W_3}{W_2 - W_1} \times 100 \% \\
 &= \frac{45,712 \text{ gram} - 45,646 \text{ gram}}{45,712 \text{ gram} - 44,612 \text{ gram}} \times 100 \% \\
 &= \frac{0,066 \text{ gram}}{1,1 \text{ gram}} \times 100 \% \\
 &= 6 \%
 \end{aligned}$$

Analog dengan cara di atas untuk karbon aktif yang telah dibuat, hasil perhitungan kadar air karbon aktif dari tempurung kelapa dapat dilihat pada Data Analisis Kadar Air Karbon Aktif

Data Analisis Kadar Air Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa			
Ukuran Partikel (#)	Waktu Aktivasi (Jam)	Sampel (gram)	Kadar Air (%)
200	24	1,1	6
		1,1	6,45
		1,02	6,34

Kadar air rata-rata untuk waktu aktivasi 24 jam dengan ukuran partikel 200 mesh, yaitu :

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar Air Rata-rata} &= \frac{(6 + 6,45 + 6,34) \%}{3} \\
 &= 6,263 \%
 \end{aligned}$$



### Lampiran 3. Perhitungan Kadar Abu Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa

- Berat Sampel = 1 gram
- Suhu Oven = 600 °C
- Waktu Pengeringan = 4 jam

#### Data Pengamatan Analisis Kadar Abu

Ukuran Partikel (#)	Waktu Aktivasi (Jam)	Massa Cawan Kosong (W <sub>1</sub> ), (gram)	Massa Cawan + Sampel Awal (W <sub>2</sub> ), (gram)	Massa Cawan + Sampel Akhir (W <sub>3</sub> ), (gram)
200	24	28,23	29,23	28,25
		29,52	30,52	29,542
		28,88	29,88	28,903

Massa Cawan Kosong (W<sub>1</sub>) = 28,23 gram

Massa Cawan + Sampel Awal (W<sub>2</sub>) = 29,23 gram

Massa Cawan + Sampel Akhir (W<sub>3</sub>) = 28,32 gram

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar Air} &= \frac{W_3 - W_1}{W_2 - W_1} \times 100 \% \\
 &= \frac{28,25 \text{ gram} - 28,23 \text{ gram}}{29,23 \text{ gram} - 28,23 \text{ gram}} \times 100 \% \\
 &= \frac{0,02 \text{ gram}}{1 \text{ gram}} \times 100 \% \\
 &= 2 \%
 \end{aligned}$$

Analog dengan cara di atas untuk karbon aktif yang telah dibuat, hasil perhitungan kadar abu karbon aktif dari tempurung kelapa dapat dilihat pada Data Perhitungan Kadar Abu

Data Hasil Perhitungan Kadar Abu dari Tempurung Kelapa			
Ukuran Partikel (#)	Waktu Aktivasi (Jam)	Sampel (gram)	Kadar Abu (%)
200	24	1	2
		1	2,2
		1	2,5

Kadar abu rata-rata untuk waktu aktivasi 24 jam dengan ukuran partikel 200 mesh, yaitu :

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar Abu rata-rata} &= \frac{(2 + 2,2 + 2,5) \%}{3} \\
 &= 2,23 \%
 \end{aligned}$$

**Lampiran 4. Perhitungan Daya Serap Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa Terhadap Larutan Iodine**

- Berat Sampel (W) = 0,5 gram
- Normalitas Thiosulfat (N) = 0,1 mgrek/ml
- Volume Titran Blanko (B) = 9,3 ml
- Volume Larutan KI/I<sub>2</sub> (b) = 50 ml
- Volume Filtrat (a) = 10 ml
- BE I<sub>2</sub> = 126,91 mg/mgrek

Data Pengamatan Analisis Daya Serap Karbon Aktif Terhadap Larutan Iodine

Ukuran Partikel (#)	Waktu Aktivasi (Jam)	Volume Titran Thiosulfat (mL)
		3,4
200	24	3,19
		3,198

- Berat Sampel (W) = 0,5 gram
- Normalitas Thiosulfat (N) = 0,1 mgrek/ml
- Volume Titran Blanko (B) = 9,3 ml
- Volume Larutan KI/I<sub>2</sub> (b) = 50 ml
- Volume Filtrat (a) = 10 ml
- BE I<sub>2</sub> = 126,91 mg/mgrek
- Volume Titran Sampel (S) = 3,4 ml

$$\begin{aligned}
 \text{Bilangan Iodine} &= \frac{b}{a} \times \frac{(B - S) \times \text{BE I}_2 \times N}{W} \\
 &= \frac{50 \text{ ml}}{10 \text{ ml}} \times \frac{(9,3 \text{ ml} - 3,2 \text{ ml}) \times 126,91 \text{ mg/mgrek} \times 0,1 \text{ mgrek/ml}}{0,5 \text{ gram}} \\
 &= 5 \times 154,83 \text{ mg/gram} \\
 &= 774,151 \text{ mg/gram}
 \end{aligned}$$

Analog dengan cara di atas untuk karbon aktif yang telah dibuat, hasil perhitungan daya serap karbon aktif dari tempurung kelapa terhadap larutan iodine dapat dilihat pada Data Perhitungan Daya Serap terhadap Iodine

## Data Perhitungan Daya Serap Terhadap Larutan Iodine

Ukuran Partikel (#)	Waktu Aktivasi (Jam)	Daya Serap Terhadap Larutan Iodine (mg/gram)
200	24	774,151
		775,620
		774,334

Daya serap iodine rata-rata untuk waktu aktivasi 24 jam dengan ukuran partikel 200 mesh, yaitu :

$$\text{Daya Serap Iodine} = \frac{(774,151 + 775,62 + 774,334) \text{ mg/gram}}{3}$$

3

$$= 774,7 \text{ mg/gram}$$

### Lampiran 5. Perhitungan COD dan BOD pada Lindi Setelah Perlakuan

#### Analisis COD awal

- Berat Sampel = 10 mL
- Volume Titran Blanko = 39,6 mL
- Volume Titran Sampel = 38,55 mL
- Normalitas FAS = 0,25 N

#### Analisis BOD Awal

- Volume Sampel = 250 mL
- Volume Titran Blanko = 39,6 mL
- Volume Titran Sampel = 32,1 mL
- Normalitas tiosulfat = 0,25 N

#### Perhitungan COD (*Chemical Oxygen Demand*) Awal

- Volume Sampel = 10 mL
- Volume Titran Blanko = 39,6 mL
- Volume Titran Sampel = 38,55 mL
- Normalitas FAS = 0,25 N

$$\begin{aligned}
 \text{COD} &= \frac{(a-b)c \times 1000 \times d \times p}{\text{mL sampel}} \\
 &= \frac{(39,6 - 38,55) 0,25 \text{ N} \times 1000 \times 8 \times 0,25 \text{ N}}{10 \text{ mL}} \\
 &= \frac{2100}{10} \\
 &= 210 \text{ mg/L}
 \end{aligned}$$

#### Perhitungan BOD (*Biological Oxygen Demand*) Awal

- Volume Sampel = 250 mL
- Volume Titran Blanko = 39,6 mL
- Volume Titran Sampel = 32,1 mL
- Normalitas tiosulfat = 0,25 N

$$\begin{aligned}
 \text{DO}_0 &= B/B - 2 \times 5,6 \times 10 \times N \times V \\
 &= 250 \text{ mL} / 252 \text{ mL} \times 5,6 \times 10 \times 0,25 \times 7,5
 \end{aligned}$$

$$= 105,2 \text{ mg/L}$$

$$\text{DO}_5 = B/B - 2 \times 5,6 \times 10 \times N \times V \text{ 13,89}$$

$$= 250 \text{ mL}/252 \text{ mL} \times 5,6 \times 10 \times 0,25 \times 6,4$$

$$= 89,1 \text{ mg/L}$$

$$\text{BOD} = 5 \times [\text{kadar } \{ \text{DO}(0 \text{ hari}) - \text{DO}(5 \text{ hari}) \}] \text{ ppm}$$

$$= 5 \times 16,1$$

$$= 80,5 \text{ ppm}$$

### Lampiran 6. Perhitungan Efisiensi Penyerapan Kandungan COD, BOD, Fe dan Zn di dalam Air Lindi

#### Perhitungan Efisiensi COD dan BOD<sub>5</sub>

Waktu kontak 10 menit, maka efisiensi penyerapannya yaitu :

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi penyerapan(\%)} &= \frac{[\text{COD}] \text{ awal} - [\text{COD}] \text{ akhir} \times 100 \%}{[\text{COD}] \text{ awal}} \\ &= \frac{265 - 210}{265} \times 100 \\ &= 20,8 \% \end{aligned}$$

Analog dengan cara di atas untuk waktu kontak yang berbeda-beda, hasil perhitungan kandungan COD, BOD dapat dilihat pada Data Perhitungan COD, BOD<sub>5</sub>.

Data Hasil Perhitungan Efisiensi Penyerapan Kandungan COD, BOD

Waktu (menit)	Efisiensi Penyerapan (%)	
	COD	BOD
10	20,8	1
20	54,7	7
30	61,9	44,8
40	63,96	41,9
50	43,4	38,5

#### Perhitungan Efisiensi Penyerapan Logam Zn di dalam Air Lindi

Waktu kontak 10 menit, maka efisiensi penyerapannya yaitu :

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi penyerapan (\%)} &= \frac{[\text{Zn}] \text{ awal} - [\text{Zn}] \text{ akhir}}{[\text{Zn}] \text{ awal}} \times 100 \% \\ &= \frac{0,03 - 0,027}{0,03} \times 100 \\ &= 10 \% \end{aligned}$$

Analog dengan cara di atas untuk waktu kontak yang berbeda-beda, hasil perhitungan logam Zn dapat dilihat pada Hasil Perhitungan Penyerapan Logam Zn

Data Hasil Perhitungan Efisiensi Penyerapan Logam Zn

Waktu (menit)	Efisiensi Penyerapan (%)
10	10
20	33,3
30	66,7
40	83,3
50	60

**Perhitungan Efisiensi Penyerapan Logam Fe di dalam Air Lindi**

Waktu kontak 10 menit, maka efisiensi penyerapannya yaitu :

$$\begin{aligned}
 \text{Efisiensi penyerapan (\%)} &= \frac{[\text{Fe}] \text{ awal} - [\text{Fe}] \text{ akhir}}{[\text{Fe}] \text{ awal}} \times 100 \% \\
 &= \frac{0,03 - 0,02}{0,03} \times 100 \\
 &= 33,33 \%
 \end{aligned}$$

Analog dengan cara di atas untuk waktu kontak yang berbeda-beda, hasil perhitungan logam Fe dapat dilihat pada Data Hasil Perhitungan Logam Zn.

Data Hasil Perhitungan Efisiensi Penyerapan Logam Fe

Waktu (menit)	Efisiensi Penyerapan (%)
10	33,33
20	50
30	66,7
40	83,3
50	66,7

## Lampiran 7. DOKUMENTASI PENELITIAN



Air Lindi Sampah di TPA Sukawinatan



Tempurung Sebelum dan Sesudah Proses Karbonisasi



Karbonisasi Tempurung Kelapa





a.



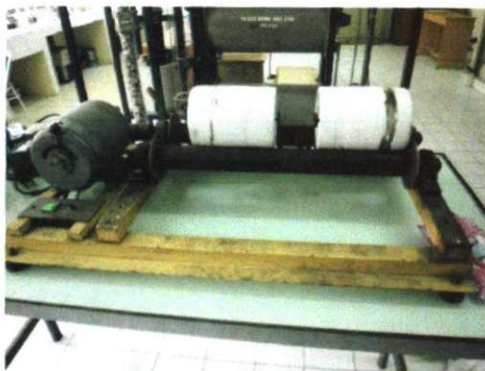
b.



c.



d.



e.



f.

- a. Penghancuran Arang Tempurung Kelapa dengan menggunakan *Jaw Crusher*
- b. Hasil Arang Tempurung Kelapa setelah di *Jaw Crusher*,
- c. Penghancuran Arang Tempurung Kelapa dengan menggunakan *Pulvarized*,
- d. Hasil Arang Tempurung Kelapa setelah di *Pulvarized*,
- e. Penghancuran Arang Tempurung dengan menggunakan Ball Mill
- f. Pengayakan Arang Tempurung Kelapa Kelapa dengan menggunakan Alat Sieving

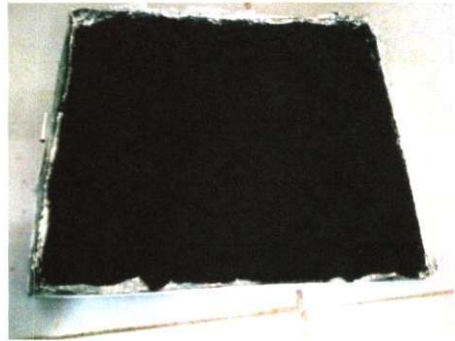
## Proses Pembuatan Karbon Aktif



a.



b.



c.

- a. Proses Aktivasi Arang Tempurung Kelapa,
- b. Proses karbon aktif disaring dan dibilas,
- c. Karbon aktif yang sudah dibilas



a.



b.



c.



d.



e.



f.

### Karakterisasi Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa

- a. Oven,
- b. Proses Analisis Kadar Air,
- c. Furnace,
- d. Proses Analisis Kadar Abu,
- e. Proses Pembuatan Larutan Iodine, f. Proses Pencampuran Karbon Aktif dan Larutan Iodine

### Analisis Lindi Sebelum Perlakuan dan Setelah Perlakuan



a



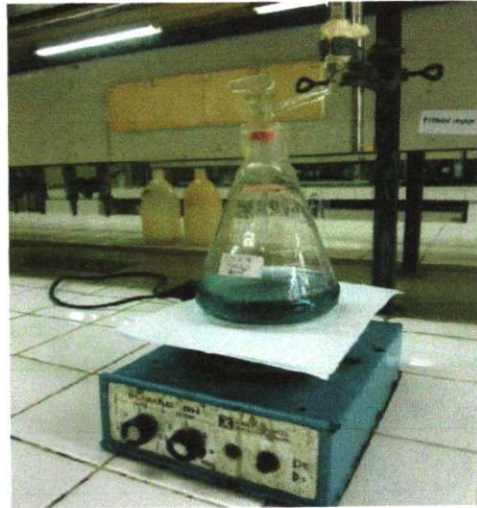
b.



c

- a. Proses Pengadukan Air Lindi dengan Karbon Aktif,
- b. Proses Penyaringan setelah dikontakkan dengan Karbon Aktif dengan waktu kontak yang berbeda,
- c. Analisis Logam Fe dan Zn dengan Menggunakan Alat AAS.

## Perlakuan Analisa COD dan BOD



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG  
-  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK KIMIA

Pas Photo  
Warna  
3x4

Nama : ENDANG SRI RAHADIANTI  
 NIM : 12001933 122003.065.P  
 Judul : PENGURANGAN KADAR POLUCEMAR PADA AIR LIMDI  
SAMPAH MENGGUNAKAN KARBON AKTIF DARI  
TEMPURUNG KELAPA

Penyembimbing : 1. Dr. Ir. Marhaeni, MT  
 2. Atika, ST, MT

Pokok Bahasan	Catatan/Komentar	Tanggal Bimbingan	Paraf	
			Pembimbing I	Pembimbing II
Konsultasi judul		18 Nov 2016		
BAB I (Konsultasi)	perbaikkan	1 Des 2016		
revisi Bab I	revisi	14 Des 2016		
Konsultasi Bab II	perbaiki	28 Des 2016		
Konsultasi Bab III	revisi	6 Jan 2016		
Konsultasi Bab III	revisi perlu di kadar pencemar	1 Feb 2016		
revisi usulan proposal		3 Feb 2016		
Konsultasi hasil penelitian	revisi	30 Maret 2016		
Konsultasi pembahan	revisi	2 April 2016		
revisi hasil usulan hasil	revisi	10 April 2016		
Konsultasi final penelitian	revisi	12 April 2016		
revisi usulan akhir		12 April 2016		