

**PEMANFAATAN KARBON AKTIF BERBAHAN BAKU
SEKAM PADI DAN SERBUK GERGAJI SEBAGAI
ADSORBEN Pb²⁺ DALAM LIMBAH CAIR BUATAN**

SKRIPSI

**Sebagai salah satu Syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang fisika**

**Oleh :
NUR HASANAH
0310930041-93**



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2010**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**PEMANFAATAN KARBON AKTIF BERBAHAN BAKU
SEKAM PADI DAN SERBUK GERGAJI SEBAGAI
ADSORBEN Pb²⁺ DALAM LIMBAH CAIR BUATAN**

Oleh :
NUR HASANAH
0310930041-93

Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji
pada tanggal
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang Fisika

Telah diperiksa dan disahkan oleh :

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II

Dra. S.J Iswarin, M.Si, Apt
NIP. 195107281984032001

Dra. Lailatin Nuriyah, M.Si
NIP. 195606171986022001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya

Adi Susilo, Ph.D
NIP. 196312271991031002

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Nur Hasanah
NIM : 0310930041-93
Program Studi : Fisika
Penulis skripsi berjudul :

PEMANFAATAN KARBON AKTIF BERBAHAN BAKU SEKAM PADI DAN SERBUK GERGAJI SEBAGAI ADSORBEN Pb^{2+} DALAM LIMBAH CAIR BUATAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Skripsi ini adalah benar-benar karya saya sendiri, dan bukan hasil plagiat dari karya orang lain. Karya-karya yang tercantum dalam Daftar Pustaka, semata-mata digunakan sebagai acuan atau referensi.
2. Apabila di kemudian hari ternyata Skripsi yang saya tulis terbukti hasil jiplakan, maka saya akan bersedia menanggung segala resiko yang akan saya terima.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, Januari 2010
Yang menyatakan,

(Nur Hasanah)

ABSTRAK

PEMANFAATAN KARBON AKTIF BERBAHAN BAKU SEKAM PADI DAN SERBUK GERGAJI SEBAGAI ADSORBEN Pb^{2+} DALAM LIMBAH CAIR BUATAN

Limbah industri sangat potensial menyebabkan terjadinya pencemaran air berupa logam berat. Salah satu logam berat yang berbahaya adalah logam berat timbal (Pb). Metode yang efektif dan efisien untuk digunakan dalam menanggulangnya adalah dengan adsorpsi karbon aktif.

Karbon aktif ini pembuatannya melalui 2 tingkatan proses yaitu, karbonisasi (pengarangan) dan aktivasi. Besarnya massa karbon aktif yang ditambahkan ke dalam larutan limbah Pb 100mL, 10 mg/L adalah sebesar 5 mg, 10 mg, 15 mg, 20 mg dan 25 mg.

Besarnya *range* prosentase Pb^{2+} yang teradsorpsi oleh karbon aktif serbuk gergaji 4,40% - 54,80% dan oleh karbon aktif sekam padi sebesar 16,40% - 54,30%. Untuk nilai kapasitas adsorpsi penyerapan *optimum* oleh karbon aktif serbuk gergaji terjadi pada massa 20 mg, sedangkan oleh karbon aktif sekam padi pada massa 5 mg.

Kata kunci : Logam berat, Adsorpsi, Karbon aktif, sekam padi dan, kayu.

ABSTRACT

THE USED OF ACTIVATED CARBON BY HULL OF RICE AND WOOD AS ADSORBENT Pb^{2+} IN ARTIFICIAL LIQUID WASTE

Industrial waste is very potential causing waste water that contains heavy metal. One of heavy metal which is dangerous is Plumbum (Pb). Adsorption of activated carbon method is more effective and efficient.

The manufacturing process of activated carbon use two processes, carbonization and activation. Mass of activated carbon is used to liquid waste Pb 100 mL, 10 mg/L are 5 mg, 10 mg, 15 mg, 20 mg dan 25 mg.

The amount of percentage Pb^{2+} which is adsorpsed for activated carbon of wood between 4.40% - 54.80% and hull of rice between 16.40% - 54.30%. For capacity of adsorption optimum adsorption by activated carbon of wood occur at 20 mg weight, meanwhile 5 mg weight by activated carbon of hull of rice.

Keyword: *Heavy metal, adsorption, activated carbon, hull of rice, and wood.*

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis persembahkan kehadiran ALLAH SWT atas segala karunia dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul:

“PEMANFAATAN KARBON AKTIF BERBAHAN BAKU TEMPURUNG KELAPA, SEKAM PADI DAN SERBUK GERGAJI SEBAGAI ADSORBEN Pb^{2+} DALAM LIMBAH CAIR BUATAN

Penulis menyadari keberhasilan penulisan laporan ini tidak lepas dari bantuan beberapa pihak. Dan dengan hati yang tulus penulis ucapkan terima kasih kepada :

1. Drs. Adi Susilo, M.Sc., PhD. selaku Ketua Jurusan Fisika
2. Dra. S.J Iswarin, M.Si, Apt, selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu dan tenaga untuk memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan skripsi ini.
3. Dra. Lailatin Nuriyah, M.Si selaku pembimbing II yang dengan sabar telah memberikan arahan dalam penyusunan skripsi ini.
4. Bapak dan ibu, kakak beserta keluarga, yang telah membantu dengan segala kasih dan memberikan dukungan doa untuk kelancaran pelaksanaan dan penulisan skripsi ini.
5. Mas Suhar yang selalu memberikan dukungan dan setia mendengarkan keluh kesahku.
6. Mas Puji selaku laboran Lab. Fisika Material, terima kasih atas bantuannya.
7. Pak Al selaku laboran Lab. Kimia Anorganik, terima kasih atas semua bantuannya.
8. Para staf TU Fisika, terima kasih selama ini telah banyak membantu.
9. Ugik, Oziq, bibi, yuli dan ilham serta teman-teman fisika 2003, yang tidak bisa disebutkan satu per satu, terimakasih atas semua dukungan dan semangatnya.
10. Dek ida yang selalu setia dan sabar menemani saat penelitian.

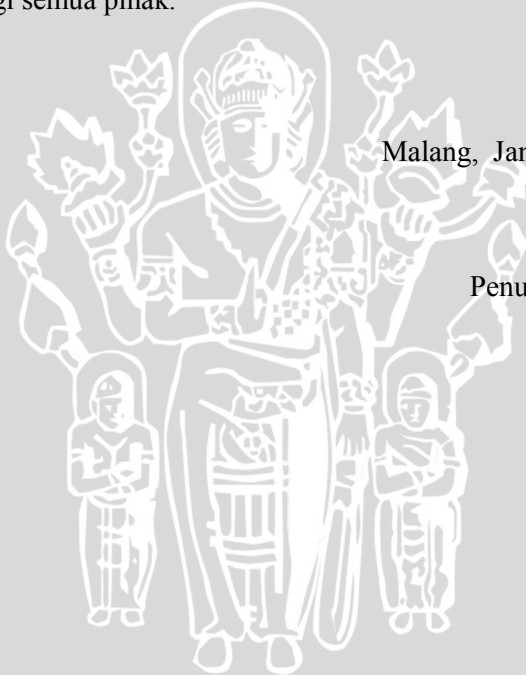
11. Teman-teman Wisma Kertorahayu 56, terima kasih atas segala keceriaan yang diberikan selama ini, tanpa kalian hampa hidup ini.
12. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu, penulis ucapkan terimakasih atas bantuan yang diberikan.

Penulis menyadari bahwa dalam penyelesaian Skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan, untuk itu dengan segala kerendahan hati penulis mohon kiranya dapat dimaklumi dan penulis sangat mengharapkan saran dan kritik dari pembaca yang sangat membangun.

Semoga penyusunan dan penulisan Skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Malang, Januari 2010

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL -----	i
HALAMAN PENGESAHAN -----	iii
HALAMAN PERNYATAAN -----	v
ABSTRAK -----	vii
ABSTRACT -----	viii
KATA PENGANTAR -----	ix
DAFTAR ISI -----	xi
DAFTAR GAMBAR -----	xiii
DAFTAR TABEL -----	xiv
DAFTAR LAMPIRAN -----	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang -----	1
1.2. Rumusan Masalah -----	2
1.3. Batasan Masalah -----	2
1.4. Tujuan Penelitian -----	3
1.5. Manfaat Penelitian -----	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Sekam Padi -----	5
2.2. Kayu -----	5
2.3. Logam Berat Pb -----	6
2.4. Adsorpsi -----	8
2.5. Karbon Aktif -----	10
2.5.1. Pengertian Karbon Aktif -----	10
2.5.2. Proses Pembuatan Karbon Aktif -----	11
2.5.3. Klasifikasi Karbon Aktif -----	12
2.5.4. Karakteristik Karbon Aktif -----	15
2.5.5. Kegunaan Karbon Aktif -----	17
2.5.6. Adsorpsi Karbon Aktif -----	18
2.6. Gaya Van Der Waals -----	19
2.7. Spektroskopi Serapan Atom (SSA) -----	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Tempat dan Waktu -----	23
3.1.1. Tempat -----	23

3.1.2. Waktu -----	23
3.2. Alat dan Bahan -----	23
3.2.1. Alat -----	23
3.2.2. Bahan -----	23
3.3. Prosedur Penelitian -----	23
3.3.1. Pembuatan Karbon Aktif -----	23
3.3.2. Pembuatan Sampel Limbah Cair Buatan (adsorbat) -	24
3.3.3. Pencampuran Adsorben Dengan Limbah Cair Buatan	24
-----	24
3.3.4. Pengukuran Adsorpsi Logam Pb(II) Dengan Metode	
SSA -----	25
3.4. Analisis Data -----	25
3.5. Diagram Alir Penelitian -----	27

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Proses Pembuatan Karbon Aktif Serbuk Gergaji dan Sekam Padi -----	29
4.2. Pengaruh Massa Adsorben Terhadap % Pb ²⁺ Teradsorpsi dan Kapasitas Adsorpsi oleh Adsorben Karbon Aktif -----	31
4.3. Mekanisme Pengikatan Logam Pb ²⁺ Oleh Karbon Aktif ---	36

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan -----	41
5.2. Saran -----	41

DAFTAR PUSTAKA -----	43
LAMPIRAN -----	49

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1	Proses Adsorpsi -----	8
Gambar 2.2	Permukaan dan Pori-pori Karbon Aktif -----	18
Gambar 2.3	Proses Adsorpsi Koloid -----	19
Gambar 2.4	Interaksi Van Der Waals-----	20
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian -----	27
Gambar 4.1	Karbon Aktif Serbuk Gergaji -----	30
Gambar 4.2	Karbon Aktif Sekam Padi -----	30
Gambar 4.3	Grafik Hubungan Antara Massa Karbon Aktif Sebagai Adsorben (mg) dengan % Pb^{2+} yang Teradsorpsi-----	32
Gambar 4.4	Grafik Hubungan Antara Massa Karbon Sebagai Adsorben (mg) dengan Kapasitas Adfsorpsi-----	34
Gambar 4.5	Grafik Hubungan Antara Massa Karbon Aktif Tempurung Kelapa (mg) dengan % Pb^{2+} yang Teradsorpsi -----	35
Gambar 4.6	Struktur Karbon Aktif-----	37
Gambar 4.7	Mekanisme Adsorpsi dalam Adsorben -----	38

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1 Prosentase Kandungan Komponen Kimia Sekam Padi-----	5
Tabel 2.2 Prosentase Komposisi Unsur-Unsur Kimia Kayu-----	6
Tabel 2.3 Persyaratan Arang Aktif Menurut SII No.0258-79 ----	16
Tabel 2.4 Penggunaan Karbon Aktif -----	17
Tabel 4.1 Prosentase Pb^{2+} Yang Teradsorpsi Dan Kapasitas Adsorpsi Oleh Karbon Aktif Serbuk Gergaji -----	31
Tabel 4.2 Prosentase Pb^{2+} yang Teradsorpsi dan Kapasitas Adsorpsi oleh Karbon Aktif Sekam Padi -----	31
Tabel 4.3 Prosentase Pb^{2+} yang Teradsorpsi oleh Karbon Aktif Serbuk Gergaji dan Sekam Padi-----	32
Tabel 4.4 Kapasitas Adsorpsi oleh Karbon Aktif Serbuk Gergaji dan Sekam Padi -----	33
Tabel 4.2 Prosentase Pb^{2+} yang Teradsorpsi dan Kapasitas Adsorpsi oleh Karbon Aktif Tempurung Kelapa -----	35



DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1. Perhitungan Pembuatan Larutan -----	49
Lampiran 2. Perhitungan kadar air dan kadar abu karbon aktif serbuk gergaji dan sekam padi -----	49
Lampiran 3. Hasil analisa kadar Pb^{2+} setelah penambahan Karbon Aktif -----	50
Lampiran 4. Konsentrasi tersisa (mg/L) setelah penambahan karbon aktif -----	53
Lampiran 5. Hasil analisa kadar Pb pada karbon aktif tempurung kelapa -----	54
Lampiran 6. Foto bahan-bahan penelitian -----	55
Lampiran 7. Foto alat-alat penelitian -----	56



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan sumber yang penting bagi kehidupan manusia, dimana komposisinya 3/4 bagian bumi diliputi oleh air. Dalam kehidupan sehari-hari, air digunakan untuk berbagai kegiatan di dalam rumah tangga, untuk pertanian, dan juga transportasi serta rekreasi. Di dalam industri, air digunakan antara lain sebagai bahan pengolah, pendingin dan pembangkit tenaga (Anonymous, 2009⁹).

Seiring perkembangan ekonomi, pencemaran air semakin meningkat baik berasal dari limbah pemukiman, limbah pertanian maupun limbah industri. Limbah industri sangat potensial sebagai penyebab terjadinya pencemaran air. Pada umumnya limbah industri mengandung limbah B3, yaitu bahan berbahaya dan beracun. Salah satu bentuk limbah B3 tersebut berupa logam berat.

Terdapat 80 jenis logam berat dari 109 unsur kimia di muka bumi ini (Vouk, 1986). Berdasarkan sudut pandang toksikologi, logam berat ini dapat dibagi dalam dua jenis. Jenis pertama adalah logam berat esensial, di mana keberadaannya dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh organisme hidup, namun dalam jumlah yang berlebihan dapat menimbulkan efek racun. Contoh logam berat ini adalah Zn, Cu, Fe, Co, dan Mn. Jenis kedua adalah logam berat tidak esensial atau beracun, di mana keberadaannya dalam tubuh masih belum diketahui manfaatnya atau bahkan dapat bersifat racun, seperti Hg, Cd, Pb, dan Cr.

Seperti yang dijelaskan di atas, Pb merupakan salah satu bahan berbahaya yang dihasilkan oleh kegiatan industri. Penggunaannya dalam berbagai bidang yaitu sebagai bahan pembuatan pipa, bahan aditif bensin, baterai pigmen dan amunisi. Efek yang ditimbulkan bagi kesehatan mengenai sistem syaraf dan kecerdasan, sistem sistemik dan sistem reproduksi.

Batas ambang Pb yang diperbolehkan dalam air minum sebesar 0,05 mg/L. Sedangkan untuk batas ambang yang diperbolehkan dalam limbah cair, menurut *Environmental Protection Agency (EPA)* adalah 0,05 mg/L dan menurut *Indian Standards Intitution* sebesar 0,1 mg/L.

Beberapa metode telah dikembangkan untuk mengurangi limbah ion logam di dalam perairan antara lain: *precipitation*,

electrodeposition, ultrafiltration, pertukaran ion (ion exchange), adsorpsi karbon aktif dan proses biologi. Metode adsorpsi karbon aktif, dibandingkan dengan metode yang lain mempunyai keuntungan lebih efektif dan efisien. Keuntungan dari metode ini yaitu proses pembuatannya mudah dan biaya pembuatannya juga murah. Bahan baku yang digunakan juga murah serta mudah didapatkan (Shekinah, P., dkk. 2002). Bahan baku (raw materials) untuk memproduksi karbon aktif di Indonesia tersedia sangat melimpah dan dapat diperbaharui (renewable). Bahan baku tersebut adalah semua bahan yang mengandung karbon misalnya serbuk gergaji, limbah potongan-potongan kayu, sekam padi tempurung kelapa, enceng gondok dan lain-lain. Selain itu teknik pengolahan dari metode adsorpsi karbon aktif mudah untuk dilakukan.

Dalam penelitian ini karbon aktif yang digunakan adalah berbahan baku sekam padi dan serbuk gergaji. Bahan baku ini banyak terdapat di daerah pedesaan, namun penggunaannya belum dimanfaatkan sepenuhnya terbukti limbah ini masih banyak tertimbun. Selain untuk menambah nilai ekonomisnya bahan baku ini mempunyai densitas yang kecil sehingga lebih cocok dimanfaatkan dalam proses penyerapan logam berat dalam air.

Dalam perspektif yang lebih luas, aplikasi teknologi karbon aktif ini dapat digunakan tidak hanya untuk mengolah logam berat tetapi juga pada pencemar lainnya. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Nurrohman (2007), yaitu pemanfaatan karbon aktif dalam proses penjernihan minyak goreng bekas penggorengan keripik tempe.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang dikaji dalam penelitian ini antara lain:

1. Bagaimana cara pembuatan karbon aktif dari sekam padi dan serbuk gergaji.
2. Bagaimana pengaruh karbon aktif sekam padi dan serbuk gergaji dalam adsorpsi Pb^{2+} dalam limbah cair buatan.

1.3 Batasan Masalah

1. Massa adsorben yang ditambahkan dalam limbah cair buatan sebesar 5 mg, 10 mg, 15 mg, 20 mg dan 25 mg
2. Larutan limbah yang digunakan sebanyak 100mL, 10 mg/L

3. Bahan karbon aktif serbuk gergaji yang digunakan berasal dari kayu jati.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan mempelajari pengaruh karbon aktif sekam padi dan serbuk gergaji dalam proses adsorpsi Pb^{2+} dalam limbah cair buatan.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai salah satu alternatif dalam penanggulangan pencemaran lingkungan perairan yang tentunya ramah lingkungan.



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sekam Padi

Sekam padi merupakan lapisan keras yang meliputi *kariopsis* yang terdiri dari dua belahan yang disebut *lemma* dan *palea* yang saling bertautan. Pada proses penggilingan beras, sekam akan terpisah dari butir beras dan menjadi bahan sisa atau limbah penggilingan. Dari proses penggilingan padi biasanya diperoleh sekam sekitar 20-30%, dedak antara 8- 12% dan beras giling antara 50-63,5% dari bobot awal gabah. Sekam dengan persentase yang tinggi tersebut dapat menimbulkan problem lingkungan. Komposisi kimia sekam padi menurut Luh (1991) tersaji dalam Tabel 2.1:

Tabel 2.1 Prosentase kandungan komponen kimia sekam padi

Komponen kimia	Kadar (%)
Air	7,6-10,2
Protein kasar	1,9-3,7
Lemak kasar	0,3-0,8
Serat kasar	35-46
Karbohidrat	26,5-29,8
Abu	13,2-21,0
Silikat	18,8-22,3
Kalsium	0,6-1,3
Fosfor	0,3-0,7
Lignin	9-20
Selulosa	28-36
Pentosa	21-22
Hemiselulosa	12

2.2 Kayu

Kayu merupakan kekayaan alam yang berasal dari hutan, merupakan bahan mentah yang mudah diproses untuk dijadikan barang sesuai kemajuan teknologi. Kayu memiliki beberapa sifat sekaligus, yang tidak dapat ditiru oleh bahan-bahan lain dan masing-masing kayu memiliki sifat yang berbeda-beda. Sifat yang dimaksud antara lain yang bersangkutan dengan sifat-sifat anatomi kayu, sifat-sifat fisik, sifat-sifat mekanik, dan sifat-sifat kimianya.

Kayu memiliki massa jenis $480-850 \text{ kg/m}^3$. Kayu terbentuk dari tiga unsur utama yaitu selulosa, hemiselulosa dan lignin serta unsur tambahan yaitu zat ekstraktif dan zat silika. Komposisi unsur-unsur kimia kayu tersaji dalam Tabel 2.2

Tabel 2.2 Prosentase komposisi unsur-unsur kimia kayu

Komponen kimia	Kadar (%)
Karbon	50
Hidrogen	6
nitrogen	0,04 – 0,1
abu	0,20 – 0,50
oksigen	sisanya

(Dumanauw,1990)

Kayu mengandung senyawa anorganik yang tetap tinggal meskipun terjadi pembakaran pada suhu tinggi pada kondisi oksigen yang melimpah. Residu semacam ini dikenal sebagai abu. Abu dapat ditelusuri karena adanya senyawa yang tidak terbakar yang mengandung unsur-unsur seperti kalium, kalsium, magnesium, mangan dan silika (Haygreen dan Bowyer, 1989).

2.3 Logam Berat Pb

Timbal atau dikenal sebagai logam Pb dalam susunan unsur merupakan logam berat yang terdapat secara alami di dalam kerak bumi dan tersebar ke alam dalam jumlah kecil melalui proses alami termasuk letusan gunung berapi dan proses geokimia. Pb merupakan logam lunak yang berwarna kebiru-biruan atau abu-abu keperakan dengan titik leleh pada $327,5 \text{ }^\circ\text{C}$ dan titik didih $1.740 \text{ }^\circ\text{C}$ pada tekanan atmosfer. Timbal mempunyai nomor atom terbesar dari semua unsur yang stabil, yaitu 82.

Namun logam ini sangat beracun, seperti halnya merkuri yang juga merupakan logam berat. Timbal adalah logam yang dapat merusak sistem syaraf jika terakumulasi dalam jaringan halus dan tulang untuk waktu yang lama. Beberapa isotop timbal adalah ^{204}Pb (1,4%), ^{206}Pb (24,1%), ^{207}Pb (22,1%), dan ^{208}Pb (52,4%). ^{206}Pb , ^{207}Pb dan ^{208}Pb kesemuanya adalah *radiogenic* dan merupakan produk akhir dari pemutusan rantai kompleks.

Industri yang berpotensi sebagai sumber pencemaran Pb adalah semua industri yang menggunakan Pb sebagai bahan baku maupun bahan penolong antara lain: industri pengecoran maupun pemurnian, industri battery, industri kabel, industri bahan bakar, dan industri kimia yang menggunakan bahan pewarna. Secara umum timbal memiliki beberapa efek terhadap kesehatan yaitu (Anonymous,2009^b):

1. Sistem syaraf dan kecerdasan

Efek timbal terhadap system syaraf telah diketahui, terutama dalam studi kesehatan kerja dimana pekerja yang terpapar kadar timbal yang tinggi dilaporkan menderita gejala kehilangan nafsu makan, depresi, kelelahan, sakit kepala, mudah lupa, dan pusing. Pada tingkat paparan yang lebih rendah mengakibatkan penurunan kecepatan bereaksi, koordinasi tangan dan mata memburuk serta menurunnya kecepatan konduksi syaraf.

Efek timbal terhadap kecerdasan anak telah banyak diteliti, dan studi menunjukkan timbal memiliki efek menurunkan IQ bahkan pada tingkat paparan rendah. Peningkatan kadar timbal dalam darah sebesar 0,1 mg/L – 0,2 mg/L dapat menurunkan IQ sebesar 2,6 poin. Studi lebih lanjut menunjukkan bahwa kenaikan kadar timbal dalam darah di atas 0,2 mg/L dapat mengakibatkan penurunan IQ sebesar 2-5 poin.

2. Efek sistemik

Efek sistemik yang ditimbulkan adalah gejala gastro-intestinal yaitu berupa sakit perut, konstipasi, kram, mual, muntah, anoreksia, dan kehilangan berat badan.

3. Efek timbal terhadap reproduksi

Efek timbal terhadap reproduksi dapat terjadi pada pria dan wanita dan telah diketahui sejak abad 19, dimana pada masa itu timbal bahkan digunakan untuk menggugurkan kandungan. Paparan timbal pada wanita di masa kehamilan telah dilaporkan dapat memperbesar resiko keguguran, kematian bayi dalam kandungan, dan kelahiran prematur. Pada laki-laki, efek timbal antara lain menurunkan jumlah sperma dan meningkatnya jumlah sperma abnormal.

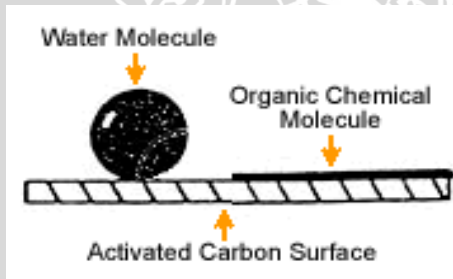
Timbal nitrat mempunyai rumus molekul $Pb(NO_3)_2$ dengan Mr 331,3 gr/mol. Pada temperatur ruang berbentuk padatan putih dan mudah larut dalam air. Merupakan racun berbahaya bagi kesehatan lingkungan. Kelarutan dari $Pb(NO_3)_2$ dalam 100ml air

dalam Vogel, (1999) sebesar 51,66g/100mL air pada suhu 80 °C. Timbal Pb^{2+} tidak membentuk hidroksida sederhana $Pb(OH)_2$, namun seiring meningkatnya PH larutan, garam Pb^{2+} lebih cenderung terhidrolisis (Cotton dan Wilkinson, 1989).

2.4 Adsorpsi

Adsorpsi adalah suatu proses yang terjadi ketika suatu fluida (cairan maupun gas) terikat kepada suatu padatan dan akhirnya membentuk suatu film (lapisan tipis) pada permukaan padatan tersebut. Berbeda dengan absorpsi, dimana cairan terserap oleh cairan lainnya dengan membentuk suatu larutan (Anonymous, 2008^c).

Suatu zat padat mempunyai kecenderungan untuk menyerap atau menarik molekul-molekul gas atau cairan pada permukaannya disebut adsorpsi, zat padat itu disebut adsorben dan bahan yang terserap disebut adsorbat seperti di tunjukkan pada Gambar 2.1 (Schweitzer, 1983).



Gambar 2.1 Proses adsorpsi (diambil dari Anonymous, 2008^d).

Adsorpsi yang terjadi pada padatan disebabkan oleh gaya interaksi atom-atom atau molekul-molekul pada permukaan padatan. Secara umum adsorpsi dapat dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu adsorpsi fisik dan adsorpsi kimia (Prayoga, 1981).

Adsorpsi fisik adalah adsorpsi yang disebabkan oleh interaksi antara adsorben dan adsorbat pada permukaan karena adanya gaya tarik van der Waals atau ikatan hidrogen (Oscik, 1982). Pada adsorpsi ini adsorbat tidak diikat dengan kuat pada permukaan adsorben sehingga dapat bergerak ke bagian permukaan adsorben yang lain. Adsorpsi fisika biasanya *reversibel* (dapat balik) karena

adsorbat dapat dilepas kembali dengan adanya penurunan tekanan gas dan penurunan konsentrasi larutan. Panas adsorpsi fisika diketahui 63-84 kJ/mol (Parker, 1984).

Adsorpsi kimia adalah adsorpsi yang melibatkan interaksi yang lebih kuat antara adsorbat dengan adsorben sehingga adsorbat tidak bebas bergerak dari satu bagian permukaan ke bagian yang lain. Adsorben harus dipanaskan pada suhu tinggi untuk memisahkan adsorbat. Panas adsorpsi kimia lebih besar daripada adsorpsi fisika yaitu 86-126 kJ/mol (Parker, 1984).

Proses adsorpsi dapat digambarkan sebagai proses dimana molekul meninggalkan larutan dan menempel pada permukaan zat adsorben akibat kimia dan fisika (**Reynolds, 1982**).

Proses adsorpsi tergantung pada sifat zat padat yang mengadsorpsi, sifat atom/molekul yang diserap, konsentrasi, temperatur dan lain-lain. Pada proses adsorpsi terbagi menjadi 4 tahap yaitu :

1. Transfer molekul-molekul zat terlarut yang teradsorpsi menuju lapisan film yang mengelilingi adsorben.
2. Difusi zat terlarut yang teradsorpsi melalui lapisan film (*film diffusion process*).
3. Difusi zat terlarut yang teradsorpsi melalui kapiler/pori dalam adsorben (*pore diffusion process*).
4. Adsorpsi zat terlarut yang teradsorpsi pada dinding pori atau permukaan adsorben.(proses adsorpsi sebenarnya), (**Reynolds, 1982**).

Operasi dari proses adsorpsi dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu :

1. Proses adsorpsi dilakukan dalam suatu bak dengan sistem pengadukan, dimana penyerap yang biasanya berbentuk serbuk dibubuhkan, dicampur dan diaduk dengan air dalam suatu bangunan sehingga terjadi penolakan anatara partikel penyerap dengan fluida.
2. Proses adsorpsi yang dijalankan dalam suatu bejana dengan sistem filtrasi, dimana bejana yang berisi media penjerap di alirkan air dengan model pengaliran gravitasi. Jenis media penyerap sering digunakan dalam bentuk bongkahan atau butiran/granular dan proses adsorpsi biasanya terjadi selama air berada di dalam media penyerap (**Reynold, 1982**).

Faktor-faktor yang memengaruhi adsorpsi antara lain (Weber, 1977):

a. Pengocokan

Kecepatan adsorpsi dipengaruhi oleh difusi pori, yang tergantung pada kecepatan pengocokan dalam sistem. Difusi pori umumnya mencapai maksimum bila kontak sistem terjadi dengan pengocokan yang kuat.

b. Luas permukaan adsorben

Luas permukaan adsorben sangat berpengaruh terhadap tersedianya tempat adsorpsi. Semakin besar luas permukaan adsorben maka semakin besar pula adsorpsi yang terjadi.

c. Jenis adsorben

Menyangkut sifat khas dari suatu adsorben untuk menyerap adsorbat. Adsorben yang bersifat polar cenderung menyerap adsorbat yang polar.

d. Kemurnian adsorben

Kemurnian adsorben dapat ditingkatkan melalui aktivitasnya. Pada umumnya, adsorben buatan lebih sering digunakan daripada adsorben alam, karena kemurnian adsorben buatan lebih tinggi.

e. Ukuran molekul adsorbat

Ukuran molekul adsorbat berpengaruh pada proses adsorpsi. Semakin besar ukuran molekul maka adsorpsi akan semakin baik.

f. Temperatur

Kecepatan adsorpsi akan naik pada temperatur yang lebih rendah dan akan turun pada temperatur yang lebih tinggi.

g. pH larutan

Adsorpsi senyawa organik meningkat seiring dengan penurunan pH larutan. Hal ini karena terjadi netralisasi muatan negatif pada adsorbat dengan kenaikan konsentrasi ion hidrogen, sehingga permukaan karbon akan lebih aktif.

2.5 Karbon Aktif

2.5.1 Pengertian karbon aktif

Arang merupakan bahan padatan yang berpori-pori dan umumnya diperoleh dari hasil pembakaran kayu/bahan yang mengandung unsur karbon. Arang mempunyai daya serap yang

rendah (Ketaren,1986). Untuk mempertinggi daya serap arang, dimana daya serap tersebut bergantung pada luas permukaannya, dilakukan aktivasi dengan bahan-bahan kimia ataupun dengan pemanasan pada temperatur yang tinggi. Arang akan mengalami perubahan sifat-sifat fisika dan kimia. Arang ini disebut arang aktif atau karbon aktif.

Karbon aktif merupakan senyawa karbon amorph, yang dapat dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon. Bahan tersebut bisa berasal dari hewan, tumbuh-tumbuhan, limbah ataupun mineral misalnya: tulang, kayu lunak, sekam, tongkol jagung, eceng gondok, tempurung kelapa, sabut kelapa, ampas penggilingan tebu, ampas pembuatan kertas, serbuk gergaji, kayu keras dan batubara.

Karbon aktif berwarna hitam, tidak berbau, tidak berasa, dan mempunyai daya serap yang jauh lebih besar dibandingkan dengan karbon yang belum menjalani proses aktivasi, serta mempunyai permukaan yang luas, yaitu antara 300-2000 m²/gram. Luas permukaan yang luas disebabkan karbon mempunyai permukaan dalam (*internal surface*) yang berongga, sehingga mempunyai kemampuan menyerap gas dan uap atau zat yang berada didalam suatu larutan. Sifat dari karbon aktif yang dihasilkan tergantung dari bahan yang digunakan, misalnya, tempurung kelapa menghasilkan arang yang lunak dan cocok untuk menjernihkan air (Bintari, dkk. 2009).

Struktur karbon aktif terlihat menyerupai sejumlah pita kertas yang bertumpuk-tumpuk, bercampur dengan serpihan kayu. Banyak terdapat sudut dan celah, dan area permukaan datar seperti grafit yang tersusun sejajar dimana satu sama lain berjarak dalam skala nanometer. Pori-pori karbon aktif berukuran mikro mampu melakukan proses adsorpsi dengan baik secara bersamaan karena mempunyai area permukaan yang sangat luas. Secara fisik, ikatan material karbon aktif ditentukan oleh gaya Van der Waals yaitu gaya dispersi London (Anonymous, 2008^d).

2.5.2. Proses pembuatan karbon aktif

1. *Physical reactivation*: prekursor diubah menjadi karbon aktif dengan menggunakan gas. Proses ini dilakukan dengan cara berikut (Anonymous, 2008^e):

- a. Karbonisasi: material dengan kandungan karbon dipanaskan pada suhu 600-900 °C tanpa kontak dengan udara (atmosfer).
 - b. Aktivasi/oksidasi: material dioksidasi menggunakan karbondioksida, oksigen, atau uap air pada suhu antara 600-1200 °C.
2. *Chemical activation*: material direaksikan dengan bahan kimia seperti asam fosfat, potassium hidroksida, sodium hidroksida atau seng klorida yang disertai proses karbonisasi pada suhu antara 450-900 °C.

2.5.3 Klasifikasi karbon aktif

Berdasarkan karakteristik fisik (ukuran partikel), karbon aktif dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Anonymous, 2008^c):

1. *Powdered activated carbon (PAC)*

PAC dibuat dalam bentuk serbuk dengan ukuran diameter partikelnya 0,15 mm - 0,25 mm. PAC dibuat dengan menggunakan ayakan 80-mesh untuk menghasilkan partikel dengan ukuran 0,177 mm.

3. *Granulated activated carbon (GAC)*

Granulated activated carbon (GAC) mempunyai ukuran partikel yang lebih besar dibandingkan dengan *Powdered Activated Carbon (PAC)*. GAC dibuat dengan ukuran 8x20, 20x40, or 8x30 untuk aplikasi fase cair dan 4x6, 4x8 or 4x10 untuk fase uap. Menurut U.S. Standard Mesh Size, GAC dibuat dengan menggunakan ayakan 20-mesh (0,84 mm). AWWA (1992) menggunakan ayakan 50-mesh (0,297 mm) untuk membuat GAC dengan ukuran minimum.

4. *Pelleted activated carbon*

Pelleted activated carbon mempunyai bentuk silinder dengan ukuran diameter partikel 0,8 mm - 5 mm. *Pelleted activated carbon* banyak digunakan dalam aplikasi fase gas.

Karbon bentuk bubuk digunakan untuk adsorpsi dalam larutan. Misalnya untuk menghilangkan warna (*decolourisasi*), sedangkan karbon bentuk granular digunakan untuk adsorpsi gas dan uap, dikenal pula sebagai karbon pengadsorpsi gas. Karbon bentuk granuler kadang-kadang juga digunakan di dalam media larutan khususnya untuk deklorinasi air dan untuk menghilangkan klor

dalam larutan serta pemisahan komponen–komponen dalam suatu system yang mengalir.

Karbon aktif bubuk dan karbon aktif granular mempunyai kelebihan dan kekurangan masing-masing (**Supranto, 1998**). Karbon aktif bubuk mempunyai kelebihan sebagai berikut :

1. Sangat ekonomis karena ukuran butiran yang kecil dan luas permukaan kontak per satuan berat sangat besar.
2. Kontak menjadi sangat baik dengan mengadakan pengadukan cepat dan merata.
3. Tidak memerlukan tambahan alat lagi karena karbon akan mengendap bersama lumpur yang terbentuk.
4. Kemungkinan tumbuh mikroorganisme kecil.

Adapun kerugiannya ialah :

1. Cara penanganan karbon aktif, karena berbentuk serbuk yang sangat halus, kemungkinan mudah terbang terbawa angin, sulit tercampur dengan air dan mudah terbakar.
2. Karena tercampur dengan lumpur maka sulit diregenerasi dan biaya operasinya mahal.
3. Kemungkinan terjadi penyumbatan lebih besar karena karbon bercampur dengan lumpur

Adapun keuntungan dari pemakaian karbon aktif granular ialah :

1. Pengoperasian mudah karena air mengalir dalam media karbon.
2. Proses berjalan cepat karena ukuran butiran karbonnya lebih besar.
3. Karbon tidak tercampur dengan lumpur sehingga dapat diregenerasi.

Sedangkan kerugian dari karbon aktif granular antara lain :

1. Perlu tambahan unit pengolah lagi, yaitu unit filter.
2. Luas permukaan kontak per satuan berat lebih kecil karena ukuran butiran karbon besar.

Dengan proses oksidasi karbon aktif yang dihasilkan terdiri dari dua jenis, yaitu :

1. L-Activated carbon (L-AC)

Karbon aktif yang dibuat dengan oksidasi pada suhu 300 °C–500 °C (570 °F–930 °F) dengan menggunakan udara atau oksidasi kimia. L-AC sangat cocok dalam mengadsorbsi ion terlarut dari logam berat basa seperti Pb^{2+} , Cu^{2+} , Cd^{2+} , Hg^{2+} . Karakter permukaannya yang bersifat asam akan berinteraksi dengan logam

basa. Regenerasi dari L-AC dapat dilakukan menggunakan asam atau garam seperti NaCl yang hampir sama perlakuannya pada pertukaran ion.

2. H- Activated carbon (H-AC)

Karbon aktif yang dihasilkan dari proses pemasakan pada suhu 800 °C-1000 °C (1470 °F-1830 °F) kemudian didinginkan pada atmosfer inersial. H-AC memiliki permukaan yang bersifat basa sehingga tidak efektif dalam mengadsorpsi logam berat alkali pada suatu larutan air tetapi sangat lebih efisien dalam mengadsorpsi kimia organik, partikulat hidrofobik, dan senyawa kimia yang mempunyai kelarutan yang rendah dalam air. Akan tetapi H-AC dapat dimodifikasi dengan menaikkan angka asiditas. Permukaan yang netral akan mengakibatkan tidak efektifnya dalam mereduksi dan mengadsorpsi kimia organik sehingga efektif mengadsorpsi ion logam berat dengan kompleks khelat zat organik alami maupun sintetik dengan menetralkannya.

Berdasarkan fungsinya karbon aktif terbagi atas 2 tipe yaitu arang aktif sebagai pemucat dan arang aktif sebagai penyerap uap.

1. Arang aktif sebagai pemucat.

Biasanya berbentuk serbuk yang sangat halus dengan diameter pori mencapai 10 Å yang digunakan dalam fase cair. Umumnya berfungsi untuk memindahkan zat-zat pengganggu yang menyebabkan warna dan bau yang tidak diharapkan dan membebaskan pelarut dari zat – zat pengganggu dan kegunaan yang lainnya pada industri kimia dan industri baru. Arang aktif ini diperoleh dari serbuk – serbuk gergaji, ampas pembuatan kertas atau dari bahan baku yang mempunyai densitas kecil dan mempunyai struktur yang lemah.

2. Arang aktif sebagai penyerap uap.

Biasanya berbentuk granula atau pellet yang sangat keras dengan diameter pori berkisar antara 10-200 Å. Tipe porinya lebih halus dan digunakan dalam fase gas yang berfungsi untuk memperoleh kembali pelarut atau katalis pada pemisahan dan pemurnian gas. Umumnya arang ini dapat diperoleh dari tempurung kelapa, tulang, batu bata atau bahan baku yang mempunyai struktur keras (Anonymous, 2009°).

2.5.4 Karakteristik karbon aktif

Sifat-sifat karbon aktif yang diperoleh dapat diketahui dengan mengkarakterisasi menggunakan metode yang sesuai. Metode yang digunakan untuk menentukan sifat-sifat karbon aktif ini terdiri dari 3 golongan yaitu sifat fisika, sifat fisika kimia dan sifat adsorpsi (Janskowska, et al. 1991).

1. Penentuan berat jenis karbon aktif

Berat jenis didefinisikan sebagai massa per volume dari karbon aktif. Satuan yang biasa digunakan adalah gr/mL per massa kering. Pada penelitian ini digunakan metode menggunakan bantuan berat jenis air yang dicampurkan pada karbon yang akan ditentukan berat jenisnya (Janskowska, et al. 1991).

2. Penentuan kadar air

Penentuan kadar air dapat ditentukan dengan asumsi bahwa dalam karbon aktif hanya air yang merupakan senyawa volatil. Pada dasarnya penentuan kadar air adalah dengan menguapkan air pada karbon aktif dengan pemanasan 150 °C sampai didapat berat konstan. Kadar air dapat ditentukan dalam (%) dengan persamaan:

$$M_c = \frac{W_i - W_f}{W_i} \times 100\% \quad (2.1)$$

Keterangan: M_c = Kadar air (%)
 W_i = Massa sampel awal (g)
 W_f = Massa sampel akhir (g)

3. Penentuan dasar serap karbon aktif terhadap I_2

Bilangan iodium didefinisikan sebagai berat I_2 (mg) yang diserap oleh karbon aktif ketika konsentrasi filtratnya 0,01M. Jika konsentrasi yang didapatkan tidak sama namun terletak antara 0,004M-0,016M dapat digunakan faktor koreksi yang tepat. Pada metode ini menggunakan asumsi bahwa pada saat konsentrasi kesetimbangan adalah 0,01M, iodium yang diserap karbon aktif membentuk lapisan monolayer. Inilah yang menjadi alasan mengapa terdapat hubungan antara bilangan iodium dengan luas permukaan spesifik karbon aktif (Janskowska, et al. 1991).

Salah satu metode yang digunakan untuk menentukan bilangan seperti diperkenalkan oleh AWWA standard B600-78. Bilangan iodium diperoleh dari:

$$In = \frac{W_{li} - W_{lf}}{W_{ac}} \quad (2.2)$$

- Keterangan
- In = Bilangan iodium
 - W_{li} = Massa I_2 awal (mg)
 - W_{lf} = Massa I_2 akhir (mg)
 - W_{ac} = Massa *activated carbon* (mg)

4. Penentuan kadar abu

Penentuan kadar abu dapat dilakukan dengan pembakaran karbon aktif dalam tungku listrik dengan temperatur $650 \pm 25^\circ C$ selama 3-16 jam. Kadar abu dapat ditentukan dalam persen (%) berat dengan persamaan:

$$A_c = \frac{W_a}{W_f} \times 100\% \quad (2.3)$$

- Keterangan:
- A_c = Kadar abu (%)
 - W_a = Massa abu (g)
 - W_f = Massa akhir (g)

Menurut Standar Industri Indonesia (SII), arang aktif yang baik mempunyai persyaratan seperti yang tercantum pada tabel 2.3 berikut ini:

Tabel 2.3 Persyaratan Arang Aktif Menurut SII No.0258 -79

Jenis	Syarat-syarat
Bagian yang hilang pada pemanasan $950^\circ C$	Maksimum 15%
Air	Maksimum 10%
Abu	Maksimum 2,5%
Bagian yang tidak diperarang	Tidak nyata
Daya Serap terhadap larutan I	Minimum 20%

2.5.5 Kegunaan karbon aktif

Karbon aktif dapat digunakan sebagai bahan pemucat, penyerap gas, penyerap logam, menghilangkan polutan micro misalnya zat organik, detergen, bau, senyawa phenol dan lain sebagainya. Pada saringan arang aktif ini terjadi proses adsorpsi, yaitu proses penyerapan zat-zat yang akan dihilangkan oleh permukaan arang aktif. Apabila seluruh permukaan arang aktif sudah jenuh, atau sudah tidak mampu lagi menyerap maka kualitas air yang disaring sudah tidak baik lagi, sehingga arang aktif harus diganti dengan arang aktif yang baru.

Banyak penelitian yang mempelajari tentang manfaat/kegunaan dari kegunaan karbon aktif yang dapat menyerap senyawa organik maupun anorganik, penyerap gas, penyerap logam, menghilangkan polutan mikro misalnya detergen, bau, senyawa phenol dan lain sebagainya. Pada saringan arang aktif ini terjadi proses adsorpsi, yaitu proses penyerapan zat-zat yang akan dihilangkan oleh permukaan arang aktif. Apabila seluruh permukaan arang aktif sudah jenuh, atau sudah tidak mampu lagi menyerap maka kualitas air yang di saring sudah tidak baik lagi, sehingga arang aktif harus di ganti dengan arang aktif yang baru.

Tabel 2.4 Penggunaan Karbon Aktif

Untuk zat cair	Kegunaan
1. Industri obat dan makanan	Menyaring dan menghilangkan warna, bau, rasa yang tidak enak pada makanan
2. Minuman ringan dan minuman keras	Menghilangkan warna, bau pada arak/minuman keras dan minuman ringan
3. Kimia perminyakan	Penyulingan bahan mentah, zat perantara
4. Pembersih air	Menyaring/menghilangkan bau, warna, zat pencemar dalam air, sebagai pelindung dan penukaran resin dalam alat penyulingan air.
5. Pembersih air buangan	Mengatur dan membersihkan air buangan, pencemar, warna, bau dan logam berat.

Lanjutan Tabel 2.4 Penggunaan Karbon Aktif

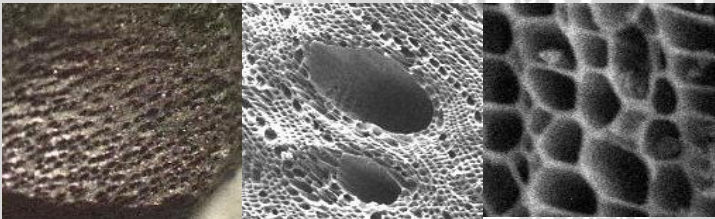
6. Penambahan udang dan benur	Pemurnian, menghilangkan warna dan bau
7. Pelarut yang digunakan kembali	Penarikan kembali berbagai pelarut, sisa metanol, etil acetat dan lain-lain.

(Hary.P, 2008)

2.5.6 Adsorpsi karbon aktif

Adsorpsi karbon aktif merupakan proses di mana karbon aktif memindahkan substansi dari air ke permukaan partikel adsorben. Dapat diartikan juga, adsorpsi adalah proses perpindahan substansi pada suatu permukaan partikel adsorben melalui proses fisika ataupun kimia. Adsorpsi berbeda dengan absorpsi, di mana unsur dipindahkan secara menyeluruh sampai ke bagian dalam suatu zat padat (Reynold dan Richards, 1996).

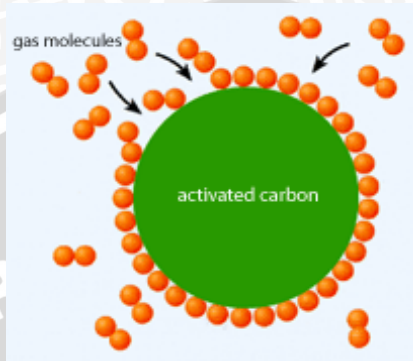
Menurut Hoehn (1996), karbon aktif merupakan salah satu material adsorben yang paling efektif karena mempunyai banyak pori-pori dan *surface area* yang sangat luas (Gambar 2.2).



Gambar 2.2 Permukaan dan pori-pori karbon aktif (diambil dari Hoehn, 1996).

Karbon aktif menggunakan proses adsorpsi fisik dengan pengaruh gaya van der Waals menarik zat terlarut dari dalam larutan ke permukaan karbon seperti pada Gambar 2.3 (Reynolds & Richards, 1996). Proses adsorpsi karbon aktif meliputi 3 tahap, yaitu:

- 1) Substansi terserap pada bagian luar granula karbon
- 2) Substansi bergerak ke dalam pori-pori karbon
- 3) Substansi terserap ke dinding bagian dalam karbon.

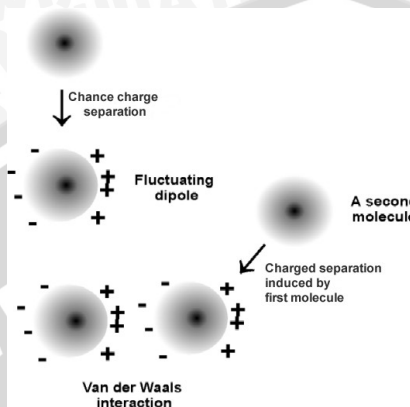


Gambar 2.3 Proses Adsorpsi Koloid (Diambil dari Anonymous, 2008⁵)

2.6 Gaya van der Waals

Gaya van der Waals merupakan suatu gabungan gaya non-kovalen (gaya intermolekular) dalam ikatan kimia. Gaya van der Waals dapat digambarkan oleh molekul air yang tertarik satu sama lain karena adanya gaya elektrostatik, dan gaya inilah yang menggambarkan suatu ikatan atau gaya van der Waals (Anonymous, 2008⁴). Gaya van der Waals ditemukan di dalam molekul non-polar seperti gas hidrogen (H_2), karbondioksida (CO_2), nitrogen (N_2) dan gas mulia (He, Ne, Ar, Kr, dsb) (Lee, 1999).

Dalam fasa cair, gaya van der Waals menyebabkan molekul-molekul dapat mengelompok dan dalam fasa padat gaya van der Waals dapat mengelompokkan atom atau molekul dalam susunan yang teratur di dalam kristal molekulnya. Gaya van der Waals terdiri dari beberapa jenis gaya yaitu gaya orientasi, induksi dan dispersi (Sukardjo, 1985). **Gambar 2.4** menunjukkan interaksi van der waals



Gambar 2.4 Interaksi van der Waals (diambil dari Anonymous, 2008⁸).

2.7 Spektroskopi Serapan Atom (SSA)

Metode spektrofotometer serapan atom berprinsip pada adsorpsi cahaya oleh atom. Atom-atom menyerap cahaya tersebut pada panjang gelombang tertentu, tergantung pada sifat unsurnya (Khopkar,1990). Beberapa atom dalam logam dapat dieksitasi ke tingkatan energi yang cukup tinggi untuk memungkinkan pemancaran logam tersebut, misalnya warna kuning karakteristik mewarnai nyala senyawa natrium. Inilah dasar spektroskopi emisi nyala yang dulu dirujuk sebagai fotometri nyala. Tetapi sebagian besar atom logam bentuk gas normalnya berada dalam keadaan tak tereksitasi, atau pada keadaan dasar.

Atom-atom keadaan dasar ini mampu menyerap energi cahaya yang panjang gelombang resonansinya khas untuknya, yang pada umumnya adalah panjang gelombang radiasi yang akan dipancarkan atom-atom itu bila tereksitasi dari keadaan dasar. Jadi jika cahaya dengan panjang gelombang resonansi itu dilewatkan nyala yang mengandung atom-atom bersangkutan, maka sebagian cahaya itu akan diserap dan jauhnya penyerapan akan berbanding lurus dengan banyaknya atom keadaan dasar yang berada dalam nyala. Inilah asas yang mendasari spektroskopi serapan atom (SSA) (Bessett et. al., 1991).

Prinsip dari SSA ini berhubungan dengan Hukum Lambert-Beer. Spektrometer serapan bekerja dengan mengetahui bahwa serangkaian panjang gelombang sinar akan melewati suatu larutan (sel sampel). Untuk tiap panjang gelombang sinar yang melewati spektrometer, intensitas sinar sebelum melewati sel sampel (I_0) dan intensitas sinar setelah melewati sel sampel (I) juga dihitung untuk panjang gelombang yang sama.

Jika I lebih kecil dari I_0 , berarti sampel menyerap sejumlah sinar yang disebut dengan *absorbansi* (A). Secara matematis nilai *absorbansi* ditulis dalam persamaan berikut:

$$A = \log \frac{I_0}{I} = \varepsilon \times l \times c$$

Keterangan

A = Absorbansi

I_0 = Intensitas awal (Watt/m^2)

I = Intensitas akhir (Watt/m^2)

ε = Absorptivitas molar ($\text{Lmol}^{-1}\text{cm}^{-1}$)

l = Panjang larutan (cm)

c = Konsentrasi (molL^{-1})

(Bessett et. al., 1991).

Metode SSA ini sangat tepat untuk analisis zat pada konsentrasi rendah. Logam-logam yang membentuk campuran kompleks dapat dianalisis dan selain itu tidak selalu diperlukan sumber energi yang besar.

Teknik SSA menjadi alat yang canggih dalam analisis. Ini disebabkan diantaranya oleh kecepatan analisisnya, ketelitiannya sampai tingkat runtu, tidak memerlukan pemisahan pendahuluan. Kelebihan kedua adalah kemungkinannya untuk menentukan konsentrasi semua unsur pada konsentrasi runtu. Ketiga, sebelum pengukuran tidak selalu memerlukan pemisahan unsur yang ditentukan karena kemungkinan penentuan satu unsur dengan kehadiran unsur lain dapat dilakukan asalkan katoda berongga yang diperlukan tersedia. Spektroskopi serapan atom (SSA) dapat digunakan oleh 61 logam (Anonymous, 2008^h).

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan waktu

3.1.1 Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Fisika Material Jurusan Fisika dan laboratorium kimia Anorganik Jurusan Kimia FMIPA Universitas Brawijaya, serta di laboratorium Kimia Universitas Negeri Malang.

3.1.2 Waktu

Waktu pelaksanaan penelitian adalah Juni 2009 – Agustus 2009.

3.2 Alat dan bahan

3.2.1 Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah, alat penumbuk, gelas ukur, beker glass, botol sampel, seperangkat alat pengaduk (*magnetic stirrer*), *electric furnace*, neraca digital, cawan, penjepit dan ayakan 80-mesh.

3.2.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain kertas label, plastik kemasan ukuran sedang, sekam padi, serbuk gergaji, karbon aktif tempurung kelapa, logam $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ dan aquades.

3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Pembuatan karbon aktif

Sekam padi dan serbuk gergaji yang akan digunakan dibersihkan terlebih dahulu. Bahan baku ini ditimbang masing-masing sebanyak 1 kg. Kemudian bahan-bahan tersebut dijemur hingga massanya konstan, hal ini bertujuan untuk menghilangkan kandungan airnya. Setelah didapatkan massa yang konstan, dilakukan proses pengarang. Pembuatan arang dari sekam padi dan serbuk gergaji ini dilakukan dengan cara disangrai.

Sekam padi diletakkan di seng yang telah ditempatkan di atas tungku. Selanjutnya sekam disangrai sambil diaduk, hingga tidak berasap. Cara ini dilakukan selama ± 60 menit. Setelah itu arang diangkat dan ditutup rapat agar tidak terjadi kontak dengan oksigen. Hal ini untuk mencegah arang menjadi abu. Selanjutnya

dengan perlakuan yang sama, dibuat arang serbuk gergaji. Arang-arang ini kemudian dijadikan karbon aktif melalui aktivasi fisika yaitu dipanaskan dalam tungku listrik (*electirc furnace*) pada suhu 500°C selama 1 jam.

Pada tahap akhir, sekam padi dan serbuk gergaji yang sudah berubah menjadi karbon aktif dihaluskan dengan cara ditumbuk dengan menggunakan alat penumbuk untuk menghasilkan struktur yang merata. Karbon aktif yang telah halus tersebut diayak dengan menggunakan ayakan 80-mesh. Karbon aktif yang dihasilkan tersebut berbentuk PAC (*Powder Activated Carbon*) dan siap digunakan sebagai bahan adsorben. Selain karbon aktif sekam padi dan serbuk gergaji, digunakan juga karbon aktif tempurung kelapa yang telah beredar di pasaran.

3.3.2 Pembuatan sampel limbah cair buatan (adsorbat)

Konsentrasi larutan Pb^{2+} yang digunakan dalam pembuatan limbah cair yaitu sebesar 10 mg/l. Penentuan ini berdasarkan pada dosis Pb yang masih aman dilingkungan yaitu sebesar 0,1 mg/l. Besarnya konsentrasi ini dapat dihitung dengan rumusan:

a. Massa Pb^{2+} murni

$$massaPb^{2+} (mg) = konsentrasi(mg / L) \times V(L) \quad (3.1)$$

b. Massa Pb^{2+} dalam bentuk garam

$$massaPb(NO_3)_2 (mg) = \frac{BMPb(NO_3)_2 (g / mol)}{Ar.Pb(g / mol)} \times massaPb^{2+} (mg) \quad (3.2)$$

3.3.3 Pencampuran adsorben dengan limbah cair buatan

Larutan limbah cair yang telah dibuat kemudian ditambah adsorben dengan variasi massa sebesar 5mg, 10mg, 15mg, 20mg dan 25mg. Setelah itu lakukan pengadukan dengan alat *magnetic stirrer* selama 15 menit untuk mendapatkan larutan yang homogen.

3.3.4 Pengukuran adsorpsi logam Pb^{2+} dengan metode SSA (Spektroskopi Serapan Atom)

Setelah dilakukan penambahan adsorben dan pengadukan dengan *magnetic stirrer*, larutan kemudian diendapkan. Setelah itu larutan dipisahkan dari endapan, kemudian diuji menggunakan metode SSA untuk mengetahui besarnya nilai konsentrasi Pb^{2+} yang tersisa.

3.4 Analisis Data

Data yang diperoleh pada penelitian ini merupakan data mentah berupa konsentrasi awal sebelum adsorpsi, massa adsorben, volume larutan logam dan konsentrasi setelah adsorpsi (konsentrasi akhir). Konsentrasi akhir ditentukan rata-rata dari 3 kali pengulangan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^k x_i}{k} \quad (3.3)$$

Diman \bar{x} adalah nilai rata-rata, k adalah jumlah pengulangan. Nilai simpangan (δ) adalah $\delta_i = x_i - \bar{x}$. Nilai simpangan dapat berharga negatif atau positif sehingga biasanya disajikan dalam bentuk simpangan rata-rata / standar deviasi atau simpangan baku dengan persamaan sebagai berikut:

$$\delta_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k \delta_i^2}{(k-1)}} \quad (3.4)$$

(Sanders dan Smidt, 2000)

Dari data tersebut dapat ditentukan banyaknya logam Pb yang diserap persatuan massa adsorben (kapasitas adsorpsi) dengan menggunakan persamaan:

$$q = \frac{c_i - c_f}{m} \times V \quad (3.5)$$

Keterangan:

q = kapasitas adsorpsi yaitu besarnya massa (mg) Pb per massa (g) karbon aktif (mg/g)

c_i = konsentrasi sebelum adsorpsi (mg/L)

c_f = konsentrasi setelah adsorpsi (mg/L)

m = massa adsorben (g)

V = volume larutan (L)

Banyaknya logam Pb^{2+} yang teradsorpsi oleh adsorben dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$adsorpsi = \frac{c_i - c_f}{c_i} \quad (3.6)$$

Keterangan:

c_i = konsentrasi sebelum adsorpsi (mg/L)

c_f = konsentrasi setelah adsorpsi (mg/L)

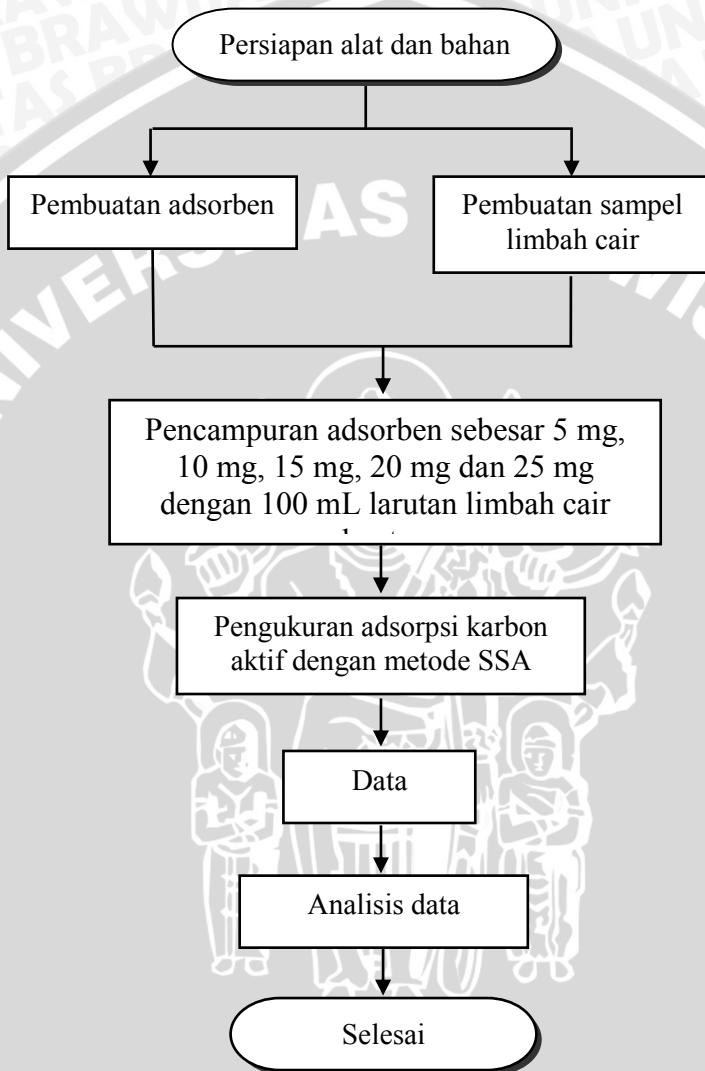
Prosentase logam yang teradsorpsi oleh adsorben dapat ditentukan dengan persamaan:

$$\%adsorpsi = \frac{c_i - c_f}{c_i} \times 100\% \quad (3.7)$$

(Yalcinkaya, 2001)

Data yang diperoleh juga disajikan dalam bentuk grafik antara massa adsorben dengan prosentase adsorpsi untuk mengetahui potensi karbon aktif sebagai adsorben limbah logam Pb. Grafik antara massa adsorben dengan kapasitas adsorpsi digunakan untuk mengetahui pola nilai kapasitas adsorpsi pada variasi massa adsorben.

3.5 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

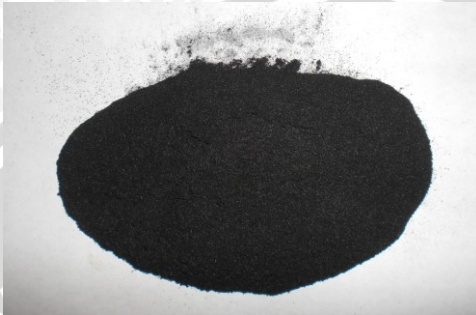
4.1 Hasil Pembuatan Karbon Aktif Serbuk Gergaji dan Sekam Padi

Salah satu adsorben yang biasa diterapkan dalam pengolahan air minum dan juga air limbah adalah karbon aktif atau arang aktif. Arang ini digunakan untuk menghilangkan bau, warna, dan rasa air termasuk ion-ion logam berat (Anonymous, 2009^b). Karbon aktif dalam pengertian umum adalah suatu bentuk karbon yang mampu menyerap dengan baik fasa gas maupun cairan. Karbon aktif memiliki luas permukaan 350-2500 m²/g dan ini berhubungan dengan struktur pori internal yang menyebabkan karbon aktif mempunyai sifat sebagai adsorben. Karbon aktif dapat mengadsorpsi gas dan senyawa-senyawa kimia tertentu atau sifat adsorpsinya selektif, tergantung pada besar atau volume pori-pori dan luas permukaan. Untuk mengadsorpsi fasa cair karbon aktif yang digunakan umumnya memiliki diameter pori sekitar 3 nm/lebih, sedangkan untuk mengadsorpsi fasa gas memiliki diameter lebih kecil dari 3 nm (Kirk and Othmer, 1983).

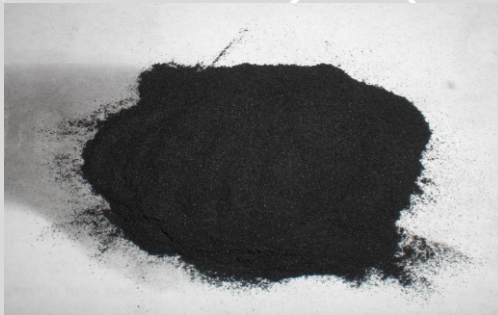
Karbon aktif yang dihasilkan dari penelitian ini memiliki karakteristik yang berbeda untuk bahan yang berbeda. Salah satunya yaitu karbon aktif serbuk gergaji memiliki kadar air 0,51%, sedangkan karbon aktif sekam padi kadar airnya sebesar 0,69%. Penentuan kadar air ini diperoleh dengan menggunakan persamaan (2.1). Menurut Standard Industri Indonesia (SII) No.0258 – 79, arang aktif yang baik memiliki persyaratan seperti pada Tabel 2.3. Kadar air yang baik maksimum 10%. Berdasarkan syarat-syarat itu, kadar air karbon aktif serbuk gergaji dan karbon aktif sekam padi memenuhi syarat yang ditentukan oleh SII.

Bentuk karbon aktif ada 3 macam antara lain *powder*, *granula* dan *pellet*. Pada penelitian ini bentuk karbon aktif yang diperoleh adalah berbentuk *powder* dengan ukuran partikel 0,177mm yang dibuat menggunakan ayakan 80-mesh. Karbon aktif berbentuk *powder* porinya agak halus dan baik digunakan untuk fase cair. Berbeda dengan arang aktif yang berbentuk *granula* atau *pellet*, bentuk ini memiliki bentuk pori yang lebih halus lagi sehingga cocok digunakan dalam fase gas. Berikut ini merupakan gambar karbon

aktif serbuk gergaji dan sekam padi yang dihasilkan (Gambar 4.1 dan Gambar 4.2)



Gambar 4.1 Karbon aktif serbuk gergaji



Gambar 4.2 Karbon aktif sekam padi

Menurut Yulianto (2005), penyerapan oleh karbon aktif tergantung pada karakteristiknya yaitu bilangan iodium, berat jenis, kadar air dan kadar abu. Karbon aktif sangat baik dalam menyerap larutan iodium, sehingga ditetapkan adanya nilai bilangan iodium yaitu besarnya berat I_2 (mg) yang diserap oleh karbon aktif. Bilangan iodium ini dijadikan sebagai indikator porositas dari karbon aktif. Semakin besar nilai bilangan iodium yang terserap karbon aktif, maka semakin besar pula luas permukaan karbon aktif tersebut.

Berat jenis karbon aktif adalah besarnya massa per volume dari karbon aktif. Menurunnya berat jenis dari karbon aktif ini menunjukkan semakin meningkatnya volume pori total dari karbon aktif. Jika volume besar maka daya serapnya semakin besar. Untuk kadar air dan abu yang rendah menyebabkan luas permukaan

spesifik karbon aktif semakin besar. Hal ini menunjukkan bahwa pori-pori dari karbon aktif tidak tertutupi oleh air dan abu.

4.2 Pengaruh Massa Adsorben Terhadap %Pb²⁺ Teradsorpsi dan Kapasitas Adsorpsi oleh Adsorben Karbon Aktif

Dalam penelitian ini dihasilkan konsentrasi Pb tersisa setelah adanya penambahan karbon aktif serbuk gergaji dan karbon aktif sekam padi. Dari data tersebut bisa ditentukan nilai % Pb²⁺ yang teradsorpsi dan nilai kapasitas adsorpsi oleh karbon aktif. Prosentase Pb(II) yang teradsorpsi dan nilai kapasitas adsorpsi dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2 dibawah ini:

Tabel 4.1 Prosentase Pb²⁺ yang teradsorpsi dan kapasitas adsorpsi oleh karbon aktif serbuk gergaji

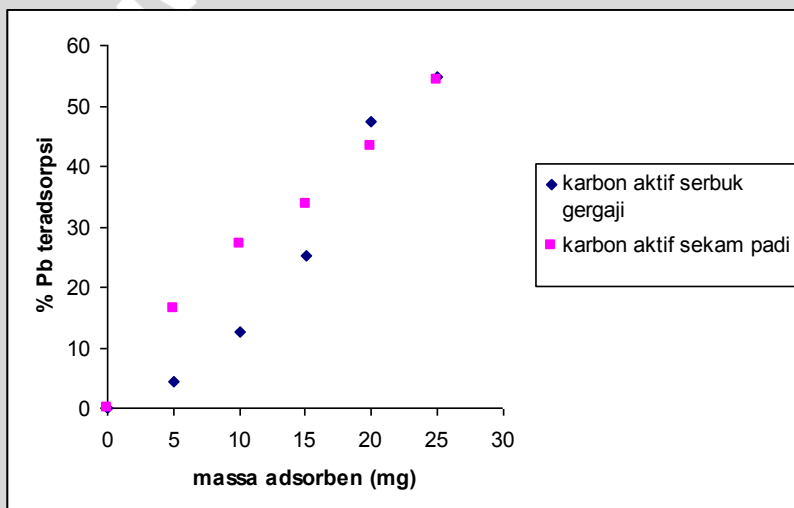
Massa (mg)	Konsentrasi Pb ²⁺ (mg/L)		Konsentrasi Pb ²⁺ teradsorpsi (mg/L)	% Pb ²⁺ Teradsorpsi (%)	q (mg/g)
	Sebelum adsorpsi	Setelah adsorpsi			
0	10,00	10,00	0,00	0,00	0,00
5	10,00	9,56	0,44	4,40	8,80
10	10,00	8,74	1,26	12,60	12,60
15	10,00	7,47	2,53	25,30	16,87
20	10,00	5,25	4,75	47,50	23,75
25	10,00	4,57	5,48	54,80	21,92

Tabel 4.2 Prosentase Pb²⁺ yang teradsorpsi dan kapasitas adsorpsi oleh karbon aktif sekam padi

Massa (mg)	Konsentrasi Pb ²⁺ (mg/L)		Konsentrasi Pb ²⁺ teradsorpsi (mg/L)	% Pb ²⁺ Teradsorpsi (%)	q (mg/g)
	Sebelum adsorpsi	Setelah adsorpsi			
0	10,00	10,00	0,00	0,00	0,00
5	10,00	8,36	1,64	16,40	32,80
10	10,00	7,28	2,72	27,20	27,20
15	10,00	6,62	3,38	33,80	22,53
20	10,00	5,68	4,32	43,20	21,60
25	10,00	4,57	5,43	54,30	21,72

Tabel 4.3 Prosentase Pb^{2+} yang teradsorpsi oleh karbon aktif serbuk gergaji dan sekam padi

Massa (mg)	% Pb^{2+} Teradsorpsi	
	Serbuk gergaji	Sekam padi
0	0,00	0,00
5	4,40	16,40
10	12,60	27,20
15	25,30	33,80
20	47,50	43,20
25	54,80	54,30



Gambar 4.3 Grafik hubungan antara massa karbon aktif sebagai adsorben (mg) dengan % Pb^{2+} yang teradsorpsi.

Dari grafik (Gambar 4.3) di atas terlihat hubungan antara massa adsorben dengan prosentase Pb yang teradsorpsi bisa melalui pendekatan linier. Artinya adsorpsi Pb dipengaruhi oleh massa dari adsorben yaitu semakin besar massa dari karbon aktif, maka semakin banyak pula Pb yang teradsorpsi. Prosentase Pb^{2+} yang teradsorpsi mengalami kenaikan seiring dengan kenaikan massa adsorben yang ditambahkan pada larutan limbah. Hal ini disebabkan oleh semakin banyak massa karbon aktif, maka semakin besar luas permukaannya

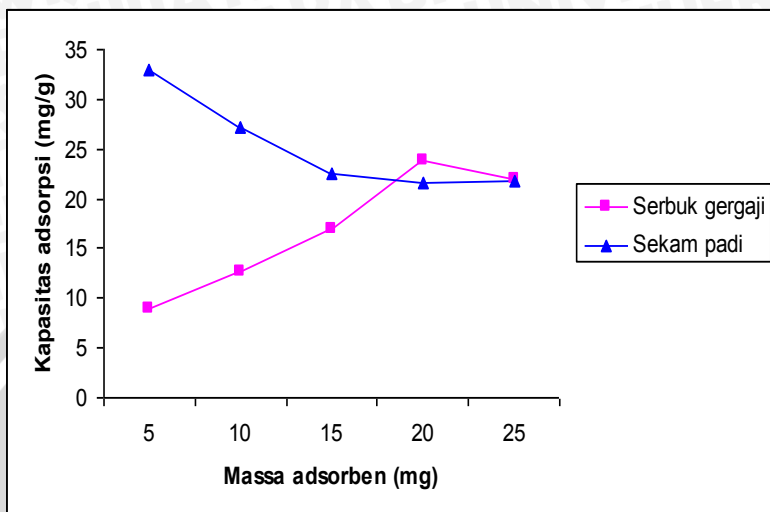
sehingga gaya tarik yang dimiliki semakin besar dalam mengikat adsorbat.

Dari penelitian ini, diperoleh bahwa Prosentase Pb^{2+} yang teradsorpsi untuk massa 5-25 mg oleh karbon aktif serbuk gergaji antara 4,443%-54,801% dan oleh karbon aktif sekam padi antara 16,452%-54,259%. Pada penyerapan oleh karbon aktif serbuk gergaji dan sekam padi didapatkan prosentase Pb^{2+} yang teradsorpsi dengan range yang besar. Hal ini dikarenakan kedua karbon aktif ini memiliki kadar air yang sangat rendah. Ini menyebabkan luas permukaan spesifik karbon aktif semakin besar, maka semakin besar pula ion Pb^{2+} yang teradsorpsi.

Dari data yang dihasilkan juga diperoleh nilai kapasitas adsorpsi Pb^{2+} oleh karbon aktif serbuk gergaji dan sekam padi seperti yang tersaji pada Tabel 4.4 berikut:

Tabel 4.4 Kapasitas adsorpsi oleh karbon aktif serbuk gergaji dan sekam padi

Massa (mg)	q (mg/g)	
	Serbuk gergaji	Sekam padi
5	8,80	32,80
10	12,60	27,20
15	16,87	22,53
20	23,75	21,60
25	21,92	21,72



Gambar 4.4 Grafik hubungan antara massa karbon aktif sebagai adsorben (mg) dengan kapasitas adsorpsi.

Pada grafik pola nilai kapasitas adsorpsi, pada serbuk gergaji terjadi kenaikan kapasitas adsorpsi Pb^{2+} untuk massa adsorben 5-20 mg. Untuk massa 25 mg terjadi penurunan artinya penyerapan terhadap Pb^{2+} menuju titik keseimbangan. Pada sekam padi, penyerapan terbesar pada massa sebesar 5 mg. Terjadi penurunan kapasitas adsorpsi sampai konstan pada massa 10-25 mg.

Kapasitas adsorpsi meningkat dengan meningkatnya jumlah adsorben yang digunakan pada jumlah tertentu. Penambahan lebih banyak lagi jumlah adsorben akan menurunkan kapasitas adsorpsi. Menurut Honeyman dan Santschi (1988), jumlah adsorben yang banyak menyebabkan adanya sisi-sisi adsorben yang terisi penuh, akibatnya kapasitas adsorpsi dari adsorben menurun. Sedangkan menurut Vaisya dan Gupta (2002), jumlah adsorben yang sangat banyak justru mengurangi luas permukaan adsorben untuk berinteraksi dengan adsorbat. Karena banyak permukaan adsorben yang saling menempel satu sama lain.

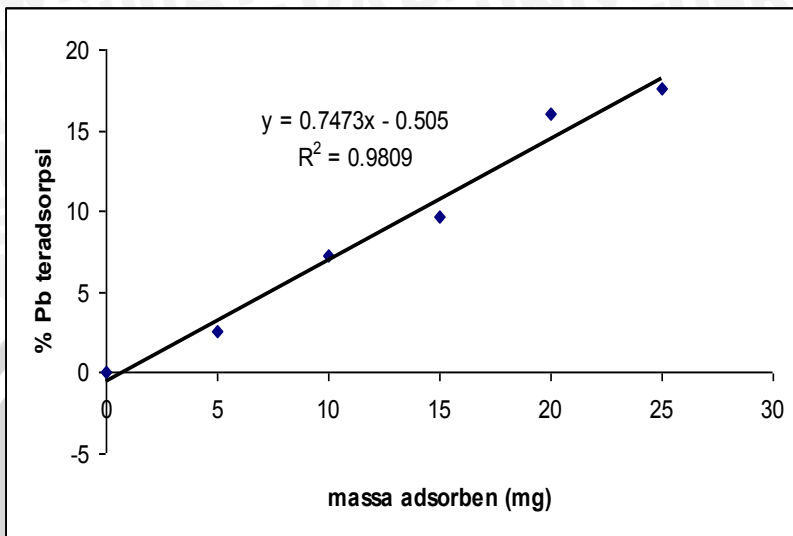
Jadi penyerapan *optimum* oleh karbon aktif serbuk gergaji terjadi pada massa 20 mg, sedangkan oleh karbon aktif sekam padi pada massa 5 mg. Untuk massa adsorben karbon aktif sekam padi sebesar 5 mg terlihat penyerapan yang sangat tinggi dibandingkan pada karbon aktif serbuk gergaji. Ini dikarenakan sekam padi

mengandung silika yang paling banyak dibandingkan serbuk gergaji. Menurut Nurrohman (2007), dalam penelitiannya dijelaskan bahwa komposisi kimia yang memegang peranan penting dalam penyerapan adalah SiO_2 . Sedikit SiO_2 dalam adsorben maka kapasitas penyerapannya akan kecil pula. Karbon aktif sekam padi memiliki kandungan silika yang lebih banyak sehingga lebih banyak menyerap senyawa-senyawa dalam larutan. Disamping itu densitas sekam padi lebih kecil dari pada serbuk gergaji sehingga dalam massa yang sama, sekam memiliki jumlah volume lebih banyak. Artinya senyawa-senyawa dalam larutan akan semakin banyak terserap.

Pada penelitian ini juga dilakukan adsorpsi menggunakan tempurung kelapa yang telah dijual dipasaran. Nilai Prosentase Pb^{2+} yang teradsorpsi dan kapasitas adsorpsinya seperti pada Tabel 4.5:

Tabel 4.5 Prosentase Pb^{2+} yang teradsorpsi dan kapasitas adsorpsi oleh karbon aktif tempurung kelapa

Massa (mg)	Konsentrasi Pb^{2+} (mg/L)		Konsentrasi Pb^{2+} teradsorpsi (mg/L)	% Pb^{2+} teradsorpsi (%)	q (mg/g)
	Sebelum adsorpsi	Setelah adsorpsi			
0	10,00	10,00	0,00	0,00	0,00
5	10,00	9,74	0,26	2,60	5,20
10	10,00	9,28	0,72	7,20	7,20
15	10,00	9,03	0,97	9,70	6,47
20	10,00	8,40	1,60	16,00	8,00
25	10,00	8,24	1,76	17,60	7,04



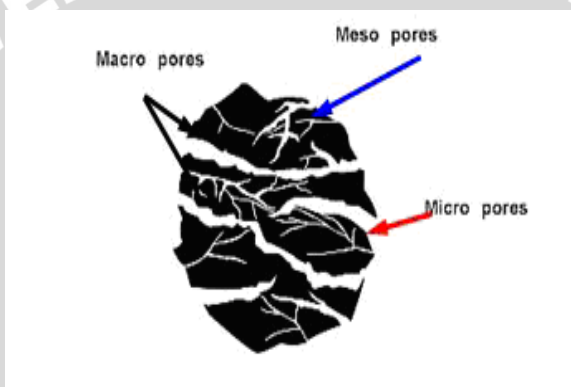
Gambar 4.5 Grafik hubungan antara massa karbon aktif tempurung kelapa (mg) dengan % Pb²⁺ yang teradsorpsi.

Dari grafik (Gambar 4.5) di atas terlihat kenaikan yang sangat rendah dibandingkan dengan serbuk gergaji dan sekam padi. Hal ini disebabkan kemurnian dari karbon aktif kurang, yaitu terdapat nilai Pb sebesar 0,02739 mg/g. Selain itu kandungan airnya tinggi dilihat dari strukturnya yang sudah menggumpal, mengakibatkan pori-porinya tertutup air, sehingga semakin sedikit tersedianya pori yang bisa ditempati oleh atom Pb. Karbon aktif ini diduga keaktifannya kurang, karena apabila karbon aktif dibiarkan di udara terbuka dalam waktu lebih dari 60 jam karbon aktif akan menjadi jenuh dan tidak aktif lagi (Anonymous, 2009¹).

4.3 Mekanisme Pengikatan Logam Pb²⁺ Oleh Karbon Aktif

Arang umumnya mempunyai daya adsorpsi yang rendah dan daya adsorpsi itu dapat diperbesar dengan cara mengaktifkan arang menggunakan uap atau bahan kimia. Aktivasi karbon bertujuan untuk memperbesar luas permukaan arang dengan membuka pori-pori yang tertutup tar, hidrokarbon, dan zat-zat organik lainnya, sehingga memperbesar kapasitas adsorpsi. Hasil aktivasi ini disebut karbon aktif.

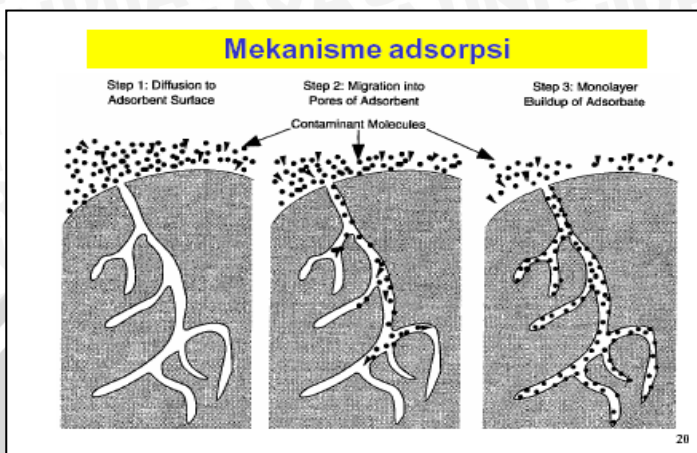
Karbon aktif merupakan material penyerap sintetik yang memiliki pori-pori berukuran mikro yang mampu melakukan proses adsorpsi dengan baik secara bersamaan karena mempunyai luas permukaan yang sangat luas. Adsorpsi adalah pengikatan molekul-molekul atau partikel-partikel pada suatu permukaan, mengisi pori-pori dari suatu padatan. Padatan disini diperankan oleh karbon aktif. Biasanya partikel-partikel kecil zat penyerap dilepaskan pada adsorpsi kimia yang merupakan ikatan kuat antara penyerap dan zat yang diserap sehingga tidak mungkin terjadi proses yang bolak-balik. Skema struktur karbon aktif ditunjukkan pada Gambar 4.6:



Gambar 4.6 Struktur karbon aktif (diambil dari Anonymous, 2009^m).

Terjadinya mekanisme adsorpsi oleh karbon aktif dibagi menjadi tiga langkah seperti tampak pada Gambar 4.7 yaitu:

1. *Makrotransport*, perpindahan zat pencemar (adsorbat) di dalam air menuju permukaan adsorben (pori-pori makro).
2. *Mikrotransport*, perpindahan adsorbat menuju pori-pori di dalam adsorben (pori-pori mikro).
3. *Sorpsi*, pelekatan zat adsorbat ke dinding pori-pori atau jaringan pembuluh kapiler mikroskopis.



Gambar 4.7 Mekanisme adsorpsi dalam adsorben (diambil dari Anonymus, 2009ⁿ)

Secara fisik, ikatan material karbon aktif ditentukan oleh gaya Van der Waals yaitu gaya dispersi London (Anonymous, 2009^l). Yaitu adanya ikatan antara molekul-molekul karbon aktif dengan atom Pb. Molekul-molekul tersebut tersusun atas atom-atom yang terikat dengan ikatan kovalen ataupun ikatan ionik. Ikatan ini merupakan gaya intramolekul (*intramolecular force*) yang mengikat atom-atom menjadi satu kesatuan membentuk suatu molekul. Satu molekul dengan molekul yang lain sejenis atau berbeda dapat mengadakan interaksi atau tarik menarik. Gaya tarik-menarik antara molekul-molekul itu disebut dengan gaya antarmolekul atau gaya intermolekul (*intermolecular force*) dan disebut juga gaya van der Waals (Effendy, 2006).

Gaya tarik menarik (*attractive force*) mempunyai 3 kontribusi utama, yaitu (Anonymous, 2009^k):

1. Interaksi elektrostatik, terjadi di antara muatan (ion-ion molekul), dipol, dan dipol permanen. Interaksi elektrostatik disebut juga gaya Keesom yang dikemukakan oleh Willem Hendrik Keesom.
2. Gaya induksi (disebut juga polarisasi), dimana interaksi terjadi di antara molekul dipol permanen dengan molekul induksian. Interaksi ini disebut juga gaya Debye. Pada tahun 1920, Peter J. W. Debye mengemukakan gaya induksi yang timbul karena

adanya dipol yang disebabkan oleh ion positif dan ion negatif terhadap molekul netral.

3. Gaya dispersi yang dikemukakan oleh Firtz London, merupakan gaya antar atom-atom, antar molekul-molekul yang polar ataupun yang nonpolar.

Proses penyerapan ion Pb oleh karbon aktif merupakan suatu peristiwa menempelnya partikel Pb pada permukaan karbon karena adanya gaya tarik-menarik (*attractive forces*) semua molekul, khususnya oleh molekul pada permukaan dinding pori-pori karbon. Pada luas permukaan (*surface area*) yang besar maka gaya tarik yang dimiliki karbon akan semakin besar untuk mengikat molekul lain (adsorbat).

Suatu jenis gaya van der Waals yang menyebabkan terjadinya proses adsorpsi yaitu gaya dispersi London. Gaya dispersi London atau disebut juga gaya London terjadi di antara molekul pada jarak yang sangat pendek dan sensitive terhadap jarak antara permukaan karbon dengan molekul adsorbat. Gaya ini dapat digambarkan seperti gaya gravitasi yang terjadi diantara planet-planet. Semakin pendek jarak antara permukaan molekul adsorben dengan molekul adsorbat maka semakin besar gaya tarik yang muncul di antara permukaan sehingga semakin besar peluang molekul adsorbat akan terikat pada permukaan karbon. Molekul adsorbat dapat terikat pada permukaan karbon karena gaya tarik yang lebih besar pada permukaan karbon dibandingkan gaya tarik molekul adsorbat. Karbon mempunyai struktur pori-pori dan luas permukaan yang besar sehingga gaya tarik yang dihasilkan jauh lebih besar dibandingkan molekul lain (Anonymous, 2009¹). Gaya London ini yang menyebabkan adanya tarikan antara molekul-molekul senyawa nonpolar ataupun dengan molekul polar.

Gaya London merupakan gaya yang lemah. Energi gaya tersebut 1 sampai 10 kJ/mol (Effendy, 2006). Meskipun energinya lemah dibandingkan dengan gaya yang lain (seperti gaya dipol-dipol dengan energi 3-4 kJ/mol), gaya London menghasilkan gaya adsorpsi fisik yang kuat untuk mengikat molekul lain. Gaya total yang dihasilkan molekul karbon menyebabkan atom Pb terikat pada permukaan pori-pori karbon. Pada permukaan pori-pori yang besar akan lebih banyak peluang ion Pb terkumpul.

Gaya London bersifat *additive*, artinya gaya adsorpsi yang terjadi merupakan jumlah semua interaksi diantara semua atom-

atom. Sifat *additive* dari gaya yang dihasilkan dalam karbon aktif menghasilkan gaya adsorpsi fisik yang sangat kuat dibandingkan material lain (Anonymous, 2009). Dalam penelitian ini gaya adsorpsi fisik yang dihasilkan karbon aktif cukup terlihat dengan adanya perubahan konsentrasi adsorbat yang terukur. Perubahan ini menunjukkan bahwa terjadi interaksi antara molekul-molekul adsorbat dengan molekul-molekul adsorben.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Karbon aktif serbuk gergaji dan sekam padi dibuat dengan cara aktivasi fisika. Karbon aktif yang dihasilkan untuk serbuk gergaji dan sekam padi berturut-turut memiliki kadar air sebesar 0,51% dan 0,69%.

Penyerapan optimum oleh karbon aktif sekam padi terjadi pada massa 5 mg, sedangkan oleh karbon aktif serbuk gergaji pada massa 20 mg. Jadi penyerapan logam berat Pb^{2+} oleh karbon aktif sekam padi lebih baik dibandingkan oleh karbon aktif serbuk gergaji. Hal ini disebabkan karena sekam padi memiliki kandungan silika yang tinggi dan densitas yang rendah.

Besarnya *range* prosentase Pb^{2+} yang teradsorpsi untuk massa 5-25 mg oleh karbon aktif serbuk gergaji 4,443%-54,801% dan oleh karbon aktif sekam padi sebesar 16,452%-54,259%. Dari hasil tersebut diketahui bahwa logam berat Pb^{2+} yang teradsorpsi oleh karbon aktif dipengaruhi oleh massa adsorben yang ditambahkan dan kadar airnya. Semakin besar massanya, maka semakin besar pula prosentase logam berat Pb^{2+} yang teradsorpsi. Semakin banyak massa karbon aktif, maka semakin besar luas permukaannya sehingga gaya tarik yang dimiliki semakin besar dalam mengikat adsorbat. Kadar air yang rendah meningkatkan proses adsorpsi Pb^{2+} dalam larutan limbah.

5.2 Saran

1. Sebaiknya dilakukan pengambilan data untuk variasi konsentrasi yang berbeda. Untuk mengetahui perbandingan massa adsorben yang dibutuhkan dengan konsentrasi limbah.
2. Sebaiknya dilakukan uji kemurnian karbon aktif sebelum digunakan.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous, 2009^a. http://www.edukasi.net/pengpop/pp_full.php?ppid=258. Diakses 23 April 2009
- Anonymous, 2009^b. <http://www.bplhdjabar.go.id/index.php/bidang-pengendalian/subid-pemantauan-pencemaran/168-pencemaran-pb-timbal?showall=>. Diakses 19 April 2009
- Anonymous. 2008^c. *Adsorpsi*. <http://id.wikipedia.org/wiki/adsorpsi>. Diakses 19 April 2009
- Anonymous, 2008^d. http://doultonusa.com/HTML%20pages/activated_carbon_water_filtration.htm. Diakses 23 April 2009
- Anonymous, 2009^e. <http://sancemaruje.wordpress.com/>. Diakses 26 Mei 2009
- Anonymous. 2008^f. *Sistem Koloid*. http://id.wikipedia.org/wiki/Sistem_koloid. Diakses 18 Januari 2009.
- Anonymous, 2009^g. http://en.wikipedia.org/wiki/Van_der_Waals_force. Diakses 23 April 2009
- Anonymous, 2008^h. <http://ilmu-kedokteran.blogspot.com/2007/11/spektroskopi-serapan-atom-spekroskopi.html>. diakses 02 Mei 2009
- Anonymous, 2009ⁱ. http://www.o-fish.com/Filter/filter_kimia.php. Diakses 23 April 2009.
- Anonymous, 2009^j. <http://www.chemvironcarbon.com/en/carbon/adsorption>. Diakses 23 April 2009

Anonymous, 2009^k. http://www.e-dukasi.net/mol/mo_full.php?moid=71&fname=kb2_1.htm.
Diakses 15 Mei 2009.

Anonymous, 2009^l. http://en.wikipedia.org/wiki/Activated_carbon .
Diakses 02 Mei 2009.

Anonymous, 2009^m. <http://www.achoallergy.com/images/activated-carbon-Jpg> . Diakses 16 Oktober 2009.

Anonymous, 2009ⁿ. <http://www.norc-fAmericas.com/images/adsorption-image.gif> . Diakses 16 Oktober 2009.

Besset, J., et al.1991. *Kimia Analisis Kuantitatif Anorganik*. Alih bahasa: A. Hadyana Pudjatmaka. Penerbit buku kedokteran. Jakarta. Hal 512

Buchari. 1990. *Analisis Instrumentasi Bag. 1 :Tinjauan Umum dan Analisis Elektrometri*. Jurusan Kimia FMIPA ITB. Bandung. Hal 40-45.

Cheek, G., C. P. Wales, dan R. J. Nowak. 1983. *pH Response of Platinum and Viterous Carbon Electrodes Modified by Electropolymerized Films*. *Analytical Chemistry*. **55**: 380.

Cotton, F. A dan Wilkinson, G. 1989. *Kimia Anorganik Dasar*. Diterjemahkan oleh sahati siharto. UI Press.jakarta

Dumanaw, J, F.1990. *Mengenal Kayu*. Kanisius. Jakarta. Hal

Effendi. 2006. *Teori VSEPR, Kepolaran, dan Gaya Antarmolekul*. Edisi 2. Bayumedia. Malang.

Hary. P, Muhammadin.2008. *Penurunan Kadar Minyak Pada Limbah dengan Menggunakan Reaktor Pemisah Minyak dan Karbon Aktif Serta Zeolit Sebagai Media Adsorben*. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta

Haygreen, John G dan Jim L Bowyer. 1989. *Hasil Hutan Dan Ilmu Kayu*, diterjemahkan: Dr. Ir. Sutjipto A.H. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. Hal 64-65

Hoehn, Dr. Robert C. 1996. *Class Notes: CE4104 Water and Wastewater Design*. Virginia Tech. <http://www.cee.vt.edu/ewr/environmental/teach/wtprimer/carbon/sketcarb.html>. Diakses 27 Januari 2008.

Honeyman, B.D and Santchi A.H. 1998. *Metal in Aquatic System Environment Science Technologi Journal*. Vol 22.

Huang, C. P dan Blankeship D. W. 1984. *The Removal of Hg(II) from Dilute Aqueous Solution Activated Carbon*. Water Research **18(1)**: 37-46.

Jankowska, dkk. 1991. *Active carbon*. Hardwood. London.

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

Khopkar, S. M. 1990. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Alih bahasa A. Saptoraharjo. UI Press. Jakarta.hal 231

Lee, M. 1999. *Van der Waals Forces*. http://ithacasciencezone.com/chemzone/lessons/03bonding/mleebonding/van_der_waals_forces.htm. Diakses 31 Maret 2008.

Luh, B.S. 1991. *Rice Utilization*. Van Nostrad Rein Hold. New York

Nurrohman , Arif. 2007. *Penjernihan Minyak Goreng Bekas Penggorengan Kripik Tempe Dengan Aarang Aktif Dari Sekam Padi Dan Tempurung Kelapa*. FTP Universitas Brawijaya. Malang

Oscik, J. 1982. *Adsorption*. Ellis Horwood Limited. New York. Pp. 2-3, 198.

Palungkung, R. 1993. *Aneka Produk Olahan*. Penebar Swadaya. Jakarta.

Parker, S. P. 1984. *Encyclopedia of Science and Technology*. Mc. Graw-Hill Book Company. New York. p. 24.

Prayoga, C. C. 1981. *Ilmu Kimia Fisik II*. Proyek Pengembangan Perguruan Tinggi. Universitas Brawijaya. Malang. Hal. 15-18.

Retoraynolds, Tom D. dan Richards, Paul A. 1996. *Unit Operations and Processes in Environmental Engineering 2nd ed*. PWS Publishing Co, p. 25, 350, 749.

Reynolds, T. D. 1982, "Unit Operations and Process in Environmental Engineering". Texas A&M University. Brooks/Cole Engineering Division. Monterey. California. USA. pp. 165 – 166.

Sanders, D.H. dan R.K. Smidt. 2000. *Statistic a First Course*. Sixth edition. Mc Graw Hill. USA

Shekinah, P., et al. 2002. *Adsorption of lead(II) from aqueous solution by activated carbon prepared from Eichhornia*. Journal of Chemical Technology and Biotechnology. 77:458-464

Suhardiyanto, L. 1991. *Tanaman Kelapa: Budi Daya dan Pemanfaatannya*. Kanisius. Yogyakarta.

Supranto, 1996. *Pemakaian Filter Karbon Dalam Penyediaan Air Minum, Jurnal Ilmiah STTL "YLH"*. Yogyakarta.

Sukardjo. 1985. *Ikatan Kimia*. Rineka Cipta. Yogyakarta. Hal:162.

Schwietzer, P.A. 1976. *Separation Techniques for Chemical Engineering*. 2nd edition. Mc. Graw-Hill Book Company. New York. Pp1-446, 1-448, 1-469.

Vaisya, C.R and Gupta K.S. *Modelling Arsenic(III) Adsorption From Water by Sulfate-Modified Iron Coated Sands (SMIOCS)*. Journal of Technology and Biotechnology. Vol 78.

Vouk V. 1986. *General Chemistry of Metals*. In: Freiberg L., Nordberg G.F., and Vouk V.B (Eds). Handbook on the Toxicology of Metals. Elsevier. New York.

Weber, Jr. W. J. 1977. *Physicochemical Process for Wter Quality Control*. John Willey and Sons. New York. pp. 199, 229-296.

Woodroof, Jasper guy. 1970. *Production Coconuts: Processing Products*. The Avi Publishing Company. Inc. London. Hal 127-128.

Yalcinkaya, *et al* . 2001. *Cadmium and Mercury Uptake by Immobilised Pleurotus Sapidus*. Turk J. Chem. 26: 441-452.

Yulianto, Andri. 2005. *Pembuatan Karbon Aktif dari Kulit Kacang Tanah dengan KOH sebagai Bahan Pengaktif*. Jurusan Kimia UNIBRAW. Malang

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



Lampiran 1. Perhitungan Pembuatan Larutan

$$\begin{aligned}\text{Massa Pb}^{2+} \text{ murni} &= \text{konsentrasi Pb (mg/L)} \times V \text{ pelarut (L)} \\ &= 10 \text{ mg/L} \times 2 \text{ L} \\ &= 20 \text{ mg} \\ &= 0,02 \text{ g}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Massa Pb}^{2+} \text{ dalam bentuk garam Pb(NO}_3)_2 &= \frac{\text{BM Pb(NO}_3)_2}{\text{Ar.Pb}} \times \text{Massa Pb}^{2+} \text{ murni} \\ &= \frac{331,2 \text{ g/mol}}{207,2 \text{ g/mol}} \times 0,02 \text{ g} \\ &= 0,032 \text{ g} \\ &= 32 \text{ mg}\end{aligned}$$

Lampiran 2. Perhitungan kadar air dan kadar abu karbon aktif serbuk gergaji dan sekam padi

2.1 Serbuk Gergaji

$$\begin{aligned}\text{Kadar air} &= \frac{W \text{ awal} - W_{\text{kering}}}{W \text{ awal}} \times 100\% \\ &= \frac{257,54 - 256,22}{257,54} \times 100\% \\ &= 0,51\%\end{aligned}$$

2.2 Sekam Padi

$$\begin{aligned}\text{Kadar air} &= \frac{W \text{ awal} - W_{\text{kering}}}{W \text{ awal}} \times 100\% \\ &= \frac{348,15 - 345,74}{348,15} \times 100\% \\ &= 0,69\%\end{aligned}$$

Lampiran 3. Hasil analisa kadar Pb^{2+} setelah penambahan Karbon Aktif

	LABORATORIUM KIMIA FAKULTAS MIPA UNIVERSITAS NEGERI MALANG Jalan Surabaya No. 5 – Malang Telp. (0341) 567382, Fax. (0341) 565936	FPO 5.10-1
	FORMULIR JUDUL LAPORAN HASIL PENGUJIAN	Tgl. Terbit / Revisi : Halaman : File :

Nomor : 06/07/2009
 Nama Pemilik : Nur Hasanah
 NIM : 0310930041
 Alamat Pemilik : -
 Jenis contoh : Cair
 Tanggal pengambilan contoh : - (tidak melakukan pengambilan contoh)
 Kondisi khusus dari contoh : tidak ada
 Metode Uji : AAS
 Tanggal terima contoh uji : 22 Juli 2009
 Tanggal pengujian : 23 Juli 2009
 Hasil Pengujian : Kadar Timbal(Pb)

NO	PARAMETER/ KARAKTERISTIK	ABSORBANSI	KONSENTRASI	SATUAN	KETERANGAN
1	SG-U1- 5 mg	0,0578	9,4825	ppm	
2	SG-U1- 10 mg	0,0368	8,6391	ppm	
3	SG-U1- 15 mg	0,0370	7,2593	ppm	
4	SG-U1- 20mg	0,0213	5,5698	ppm	
5	SG-U1- 25 mg	0,0235	5,3127	ppm	
6	SG-U2- 5 mg	0,0450	9,3300	ppm	
7	SG-U2- 10 mg	0,0352	8,3942	ppm	
8	SG-U2- 15 mg	0,0366	7,5118	ppm	
9	SG-U2- 20mg	0,0201	5,0732	ppm	
10	SG-U2- 25 mg	0,0235	4,0053	ppm	
11	SG-U3- 5 mg	0,0538	9,8547	ppm	
12	SG-U3- 10 mg	0,0443	9,2040	ppm	
13	SG-U3- 15 mg	0,0386	7,6451	ppm	
14	SG-U3- 20mg	0,0213	5,1103	ppm	
15	SG-U3- 25 mg	0,0263	5,6574	ppm	
16	SP-U1- 5 mg	0,0469	8,0899	ppm	
17	SP-U1- 10 mg	0,0346	7,5583	ppm	
18	SP-U1- 15 mg	0,0250	6,2256	ppm	
19	SP-U1- 20mg	0,0253	5,7946	ppm	
20	SP-U1- 25 mg	0,0218	4,6508	ppm	
21	SP-U2- 5 mg	0,0353	8,5426	ppm	
22	SP-U2- 10 mg	0,0321	7,2687	ppm	
23	SP-U2- 15 mg	0,0277	5,7108	ppm	
24	SP-U2- 20mg	0,0245	5,3962	ppm	
25	SP-U2- 25 mg	0,0289	4,3962	ppm	



LABORATORIUM KIMIA
FAKULTAS MIPA
UNIVERSITAS NEGERI MALANG
Jalan Surabaya No. 5 – Malang
Telp. (0341) 567382, Fax. (0341) 566936

FPO
5.10-1

FORMULIR	Tgl. Terbit / Revisi : _____
JUDUL	Halaman : _____
LAPORAN HASIL PENGUJIAN	File : _____

NO	PARAMETER/ KARAKTERISTIK	ABSORBANSI	KONSENTRASI	SATUAN	KETERANGAN
26	SP-U3- 5 mg	0,0307	8,4318	ppm	
27	SP-U3- 10 mg	0,0320	7,0282	ppm	
28	SP-U3- 15 mg	0,0232	5,1098	ppm	
29	SP-U3- 20mg	0,0254	5,8385	ppm	
30	SP-U3- 25 mg	0,0280	4,6754	ppm	
31	TK-U1- 5 mg	0,0558	9,9185	ppm	
32	TK-U1- 10 mg	0,0318	8,5911	ppm	
33	TK-U1- 15 mg	0,0433	9,0591	ppm	
34	TK-U1- 20mg	0,0359	8,3675	ppm	
35	TK-U1- 25 mg	0,0393	8,2279	ppm	
36	TK-U2- 5 mg	0,0434	9,6983	ppm	
37	TK-U2- 10 mg	0,0387	8,0150	ppm	
38	TK-U2- 15 mg	0,0511	9,0390	ppm	
39	TK-U2- 20mg	0,0313	8,4062	ppm	
40	TK-U2- 25 mg	0,0388	8,2745	ppm	
41	TK-U3- 5 mg	0,0381	8,7507	ppm	
42	TK-U3- 10 mg	0,0322	7,6738	ppm	
43	TK-U3- 15 mg	0,0446	9,0052	ppm	
44	TK-U3- 20mg	0,0397	8,4229	ppm	
45	TK-U3- 25 mg	0,0434	8,2232	ppm	

Malang, 27 Juli 2009
a.n. Kepala Laboratorium Kimia,
Operator/Staf Laboratorium Kimia



[Signature]
Drs. Sapto Pamudji
NIP 132056619

	LABORATORIUM KIMIA FAKULTAS MIPA UNIVERSITAS NEGERI MALANG Jalan Surabaya No. 6 – Malang Telp. (0341) 567382, Fax. (0341) 566926	FPO 5.10-1
	FORMULIR	Tgl. Terbit / Revisi : _____
JUDUL LAPORAN HASIL PENGUJIAN	Halaman : _____ File : _____	

Nomor : 06/08/2009
 Nama Pemilik : Nur Hasanah
 NIM : 0310930041
 Alamat Pemilik : -
 Jenis contoh : Cair
 Tanggal pengambilan contoh : - (tidak melakukan pengambilan contoh)
 Kondisi khusus dari contoh : tidak ada
 Metode Uji : AAS
 Tanggal terima contoh uji : 05 Agustus 2009
 Tanggal pengujian : 11 Agustus 2009
 Hasil Pengujian : Kadar Timbal(Pb)

NO	PARAMETER/ KARAKTERISTIK	ABSORBANSI	KONSENTRASI	SATUAN	KETERANGAN
1	SG-U1- 10mg	0,0398	8,7329	ppm	
2	SG-U1- 25mg	0,0286	4,8020	ppm	
3	SG-U2- 10mg	0,0450	8,4825	ppm	
4	SG-U2- 25mg	0,0252	4,0925	ppm	
5	SG-U3- 10mg	0,0338	8,9963	ppm	
6	SG-U3- 25mg	0,0143	4,6654	ppm	
7	SP-U1- 5mg	0,0369	6,6472	ppm	
8	SP-U2- 5mg	0,0353	6,2384	ppm	
9	SP-U3- 5mg	0,0307	6,9676	ppm	
10	TK-U1- 5mg	0,0468	9,9404	ppm	
11	TK-U1- 10mg	0,0418	9,2831	ppm	
12	TK-U2- 5mg	0,0533	9,6801	ppm	
13	TK-U2- 10mg	0,0459	9,2771	ppm	
14	TK-U3- 5mg	0,0493	9,6242	ppm	
15	TK-U3- 10mg	0,0454	9,2632	ppm	

Malang, 11 Agustus 2009
 a.n. Kepala Laboratorium Kimia,
 Operator/Staf Laboratorium Kimia



Drs. Sapto Pamudji
 NIP 132056619

Lampiran 4. Konsentrasi tersisa (mg/L) setelah penambahan karbon aktif

4.1 Karbon aktif tempurung kelapa

Massa Adsorben (mg)	Ulangan ke-			Nilai rata-rata
	1	2	3	
5	9,9404	9,6801	9,6242	9,74 ± 0,10
10	9,2831	9,2771	9,2632	9,28 ± 0,01
15	9,0591	9,0390	9,0052	9,03 ± 0,02
20	8,3675	8,4062	8,4229	8,40 ± 0,02
25	8,2279	8,2745	8,2232	8,24 ± 0,02

4.2 Karbon aktif serbuk gergaji

Massa Adsorben (mg)	Ulangan ke-			Nilai rata-rata
	1	2	3	
5	9,4825	9,3300	9,8547	9,56± 0,16
10	8,7329	8,4825	8,9963	8,74 ± 0,15
15	7,2593	7,5118	7,6451	7,47 ± 0,11
20	5,5698	5,0732	5,1103	5,25 ± 0,16
25	4,8020	4,0925	4,6654	4,57 ± 0,22

4.3 Karbon aktif sekam padi

Massa Adsorben (mg)	Ulangan ke-			Nilai rata-rata
	1	2	3	
5	8,0899	8,5426	8,4318	8,36 ± 0,14
10	7,5583	7,2687	7,0282	7,28 ± 0,15
15	6,6472	6,2384	6,9676	6,62 ± 0,21
20	5,7946	5,3962	5,8385	5,68 ± 0,14
25	4,6508	4,3962	4,6754	4,57 ± 0,09

Lampiran 5. Hasil analisa kadar Pb pada Karbon Aktif Tempurung Kelapa



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
 UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG
 FAKULTAS MIPA JURUSAN KIMIA
 JL. VETERAN TELP. (0341) 575838 MALANG 65145

LAPORAN HASIL ANALISA

NO : LP.04/RT.5/T.1/R.0/TT. 150803/2009

1. Data konsumen :
- Nama konsumen : Nur Hasanah.
 - Instansi : Fakultas MIPA Jurusan Fisika Unibraw.
 - Alamat : Jalan Kertorahayu No.56 Malang.
 - Telepon : 081334043086
 - Status : Mahasiswa
 - Keperluan analisis : Penelitian
2. Sampling dilakukan : Oleh konsumen
3. Identifikasi sampel
- Nama sampel : Arang Aktif "Tempurung Kelapa"
 - Wujud : Padatan
 - Warna : Hitam
 - Bentuk : Serbuk
4. Prosedur analisa : Dari Lab. Lingkungan Jurusan Kimia FMIPA Unibraw Malang.
5. Penyampaian laporan hasil analisis : Diambil sendiri
6. Tanggal terima sampel : 06 Agustus 2009
7. Data Hasil Analisa :

Parameter	Hasil Analisa		Metode Analisa	
	Kadar	Satuan	Pereaksi	Metode
Pb	27,39 ± 0,57	mg./ Kg.	HNO ₃	AAS

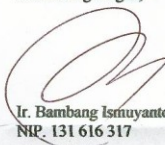
Catatan :

1. Hasil analisa ini adalah nilai rata – rata pengerjaan analisis secara duplo.
2. Hasil analisa ini hanya berlaku untuk sampel yang kami terima dengan kondisi sampel saat itu.



Dr. Sasangka Prasetyawan, MS.
 NIP. 131 653 134

Malang, 18 Agustus 2009
 Kalab. Lingkungan,



Ir. Bambang Ismuyanto, MS.
 NIP. 131 616 317

Lampiran 6. Foto bahan-bahan penelitian

6.1 Sekam padi dan serbuk gergaji



6.2 Arang aktif tempurung kelapa



Lampiran 7. Foto alat-alat penelitian

7.1 Tanur/electric furnace



7.2 Neraca digital



7.3 Magnetic stirrer



7.4 Alat penumbuk dan ayakan 80 MESH



7.5 Cawan dan penjepit



7.6 Beaker glass

