



**STUDI AKTIVITAS SERBUK GERGAJI KAYU KAMFER
(*Cinnamomum camphora*) SEBAGAI ADSORBEN
ION TIMBAL (II) DALAM SAMPEL AIR**

SKRIPSI

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

Aasal:	Hadiah	Klass
	Pembelian	691.01.01.01
Oleh:	Terima Tel: 14 Juli 2007	Handoko
	No. Indek:	Handoko
	KLASIR / PENYALIN:	

Feri Handoko
NIM. 001810301109

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

2007

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Allah SWT atas segala nikmat, karunia dan rahmat-Nya yang telah dilimpahkan kepadaku.
2. Nabi Muhammad SAW yang aku idolakan, kagumi, cintai dan sayangi atas kebesaran kasih dan sayangnya kepada umatnya.
3. Orangtuaku tercinta dan tersayang yang sangat aku hormati, Sadjuri dan Nuryasih, terima kasih atas segala do'a, kasih sayang dan semua pengorbanannya untuk segala sesuatu dalam hidupku.
4. Kakaku (Agus Supriono) dan Adikku (Noviana Indraswari) atas do'a dan dukungan yang tidak pernah berhenti.
5. Dosen pembimbingku, Pak Agung dan Pak Mintadi, dan dosen pengujiku, Pak Busroni dan Pak Nyoman yang mempunyai andil dalam skripsiku.
6. Teman-teman baikku, Iwan, Irfan, Piki, Helmi dan semua temanku jurusan kimia angkatan 2000.
7. Adik-adikku jurusan kimia yang aku sayangi, cintai dan banggakan.
8. Sobat-sobatku semua dikosan "Widya 64", thanks atas dukungan dan kenangannya, aku akan selalu ingat kamu semua.
9. Pengajar-pengajarku sejak di Sekolah Dasar sampai Perguruan Tinggi, terima kasih atas ilmunya untukku.

MOTTO

Barang siapa berilmu dan mengamalkan ilmunya,
itulah yang disebut Orang Agung dalam Kerajaan Langit,
Ia bagaikan matahari yang mampu menyinari yang lain dan dirinya sendiri,
Ia bagaikan parfum yang dapat mengharumkan orang lain dan dirinya sendiri harum
(Imam Al-Ghazali)

Tuntutlah ilmu, tapi tidak melupakan ibadah
dan
Kerjakanlah ibadah tapi tidak boleh lupa pada ilmu
(HR. Hasan Al Bashri)

Akal dan belajar itu seperti raga dan jiwa
Tanpa raga, jiwa hanyalah udara tanpa makna
Tanpa jiwa, raga adalah kerangka tanpa makna
(Kahlil Gibran)

Begitu banyak hal indah dalam dunia ini yang dapat kita peroleh
selama kita bersedia bekerja untuk mendapatkannya.
Namun karena keraguan dan ketidaktahuan,
kita telah kehilangan semua hal yang patut kita dapatkan
(William Shakespeare)

Aku yakin semua sukses itu dimulai dengan membentangkan Wings (sayap) kita,
yaitu percaya akan Worth (nilai), percaya pada Insight (wawasan),
Nurturing (merawat) diri sendiri, memiliki Goal (tujuan)
dan merencanakan Strategy (strategi) pribadi.
Dan selanjutnya, impian-impian mustahil sekalipun dapat menjadi kenyataan
(Sue Augustine)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Feri Handoko

NIM : 001810301109

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul : “Studi Aktivitas Serbuk Gergaji Kayu Kamfer (*Cinnamomum camphora*) sebagai Adsorben ion Timbal (II) dalam Sampel Air” adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, kecuali jika disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, 22 Juni 2007

Yang menyatakan,



Feri Handoko

001810301109

HALAMAN PEMBIMBINGAN

SKRIPSI

**STUDI AKTIVITAS SERBUK GERGAJI KAYU KAMFER
(*Cinnamomum camphora*) SEBAGAI ADSORBEN
ION TIMBAL (II) DALAM SAMPEL AIR**

Oleh

Feri Handoko
NIM. 001810301109

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Agung Budi Santoso, S.Si., M.Si.

Dosen Pembimbing Anggota : Drs. Mukh. Mintadi, M.Sc.

PENGESAHAN

Skripsi ini diterima oleh Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember pada :

Hari : JUM'AT

Tanggal : 06 JUL 2007

Tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua (Dosen Pembimbing Utama),

Sekretaris (Dosen Pembimbing Anggota),



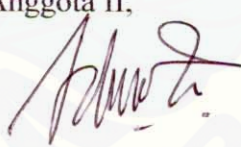
Agung Budi Santoso, S.Si., M.Si.
NIP. 132 207 812

Drs. Mukh. Mintadi, M.Sc.
NIP. 131 945 804

Anggota I,



Anggota II,



Drs. Busroni, M.Si.
NIP. 131 945 865

I Nyoman Adi Winata, S.Si., M.Si.
NIP. 132 206 030

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam



Ir. Sumadi, M.S.
NIP. 130 368 784

RINGKASAN

Studi Aktivitas Serbuk Gergaji Kayu Kamfer (*Cinnamomum camphora*) Sebagai Adsorben Ion Timbal (II) Dalam Sampel Air; Feri Handoko, 001810301109; 2007; 50 Halaman; Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Uneversitas Jember.

Serbuk gergaji kayu kamfer merupakan jenis kayu keras yang komponen penyusunnya terdiri atas selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Serbuk gergaji kayu kamfer kaya akan gugus-gugus aktif yaitu gugus senyawa fenolik, sehingga dapat berfungsi sebagai penukar kation. Berdasarkan kandungan kimia kayu tersebut maka serbuk gergaji kayu kamfer berpotensi dimanfaatkan sebagai adsorben limbah logam berat dalam sampel air dengan proses aktivasi yang sederhana.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas serbuk gergaji kayu kamfer (*Cinnamomum camphora*) sebagai adsorben ion timbal (II) dalam sampel air dengan penentuan efisiensi adsorpsinya. Larutan uji yang digunakan adalah $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ dengan konsentrasi 50 ppm dan pH 6,0. Penelitian dilakukan dengan mengalirkan larutan uji ke dalam kolom berisi adsorben selama 30 menit dengan variasi parameter ukuran partikel, laju alir, dan panjang kolom yang saling dikombinasikan.

Parameter yang digunakan terdiri atas 2 (dua) variasi yaitu ukuran partikel (81-89) mesh dan (71-79) mesh, laju alir 5 mL/menit dan 10 mL/menit, panjang kolom 4 cm dan 8 cm. Konsentrasi akhir Pb^{2+} dalam larutan uji diukur dengan metode Spektrometri Serapan Atom dan melalui perhitungan diperoleh bahwa efisiensi adsorpsi terbesar terjadi pada kombinasi yang terdiri atas ukuran partikel (81-89) mesh, laju alir 5 mL/menit dan panjang kolom 8 cm, yaitu sebesar 98,29%. Efisiensi adsorpsi terkecil terjadi pada kombinasi yang terdiri atas ukuran partikel (71-79) mesh, laju alir 10 mL/menit dan panjang kolom 4 cm, yaitu sebesar 95,31%.

PRAKATA

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah pemilik dan penguasa alam semesta yang dengan cinta-Nya mengantar penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Shalawat dan salam bagi Rasulullah SAW yang menggenapi kemegahan semesta dengan kemuliaan akhlaknya.

Penulis menyadari bahwa berbagai pihak telah turut banyak membantu, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Untuk itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada :

1. Dekan Fakultas MIPA Universitas Jember.
2. Ketua Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Jember.
3. Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Anggota atas bimbingan serta saran yang telah diberikan mulai awal sampai akhir penelitian ini.
4. Dosen Penguji atas kritik dan sarannya.
5. Segenap Dosen dan Administrasi Fakultas MIPA Universitas Jember.
6. Ketua Laboratorium dan Teknisi Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Jember.
7. Keluarga Besarku yang kusayangi, atas segala dukungannya selama ini.
8. Teman-temanku di Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Jember.
9. Teman-temanku di Widya 64 Jember.

Akhirnya, tiada karya manusia yang sempurna. Harapan penulis semoga skripsi ini dapat memberikan kontribusi terhadap kemejuan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Jember, Juni 2007

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN.....	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Lingkungan.....	5
2.1.1 Pengertian Lingkungan	5
2.1.2 Jenis-jenis Lingkungan.....	5
2.1.3 Pencemaran Lingkungan.....	6
2.2 Timbal (Pb)	7
2.3 Adsorpsi	10
2.4 Kamfer	11
2.5 Spektroskopi Serapan Atom	17

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1 Tempat dan Waktu	20
3.2 Diagram Alir Penelitian	20
3.2.1 Proses Adsorpsi Ion Pb^{2+} oleh Serbuk Gergaji Kayu Kamfer.....	20
3.2.2 Perubahan Derajat Keasaman (pH) Larutan Sampel Akhir.....	21
3.2.3 Pengaruh Lama Pengaliran Larutan Uji Pb^{2+} terhadap Kejenuhan Adsorben Serbuk Gergaji Kayu Kamfer.....	22
3.3 Alat dan Bahan	22
3.3.1 Alat.....	22
3.3.2 Bahan.....	23
3.4 Desain Kolom	23
3.5 Preparasi Adsorben	24
3.6 Preparasi Larutan Pb^{2+}	24
3.6.1 Pembuatan Larutan Induk Pb^{2+} 100 ppm	24
3.6.2 Pembuatan Larutan Buffer pH 6,0	24
3.6.3 Pembuatan Larutan Standar Pb^{2+}	25
3.6.4 Pembuatan Larutan Uji Pb^{2+}	25
3.7 Prosedur Adsorpsi	25
3.8 Pengukuran Konsentrasi Larutan	26
3.8.1 Pembuatan Kurva Kalibrasi	26
3.8.2 Penentuan Konsentrasi Akhir Larutan	26
3.9 Penentuan Efisiensi Adsorpsi	26
3.9.1 Perhitungan	26
3.9.2 Pembuatan Kurva Efisiensi Adsorpsi.....	27
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Persamaan Regresi Larutan Standar Timbal (Pb^{2+})	28
4.2 Pengaruh Ukuran Partikel Serbuk Gergaji Kayu Kamfer terhadap Efisiensi Adsorpsi Pb^{2+}	29

4.3 Pengaruh Laju Alir terhadap Efisiensi Adsorpsi Pb²⁺ oleh Serbuk Gergaji Kayu Kamfer.....	30
4.4 Pengaruh Panjang Kolom terhadap Efisiensi Adsorpsi Pb²⁺ oleh Serbuk Gergaji Kayu Kamfer.....	32
4.5 Efisiensi Adsorpsi Pb²⁺ oleh Serbuk Gergaji Kayu Kamfer pada Seluruh Jenis Kombinasi.....	33
4.6 Perubahan Derajat Keasaman (pH) Larutan Sampel Akhir.....	35
4.7 Pengaruh Lama Pengaliran Larutan Uji Pb²⁺ terhadap Kejenuhan Adsorben Serbuk Gergaji Kayu Kamfer.....	37
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	39
5.1 Kesimpulan.....	39
5.2 Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA.....	40
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	44

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Struktur Kimiawi Molekul Selulosa.....	12
2.2 Struktur kimia Glukomannan dari kayu keras.....	13
2.3 Struktur kimia O-asetil-4-O-metilglukuronoxilan dari kayu keras.....	14
2.4 Monomer-monomer dari fenilpropana pembentuk polimer lignin.....	15
3.1 Bagan Desain dan Posisi Alat pada Proses Adsorpsi.....	23
4.1 Kurva Larutan Standar.....	28
4.2 Grafik Perbandingan Pengaruh Ukuran Partikel.....	30
4.3 Grafik Perbandingan Pengaruh Laju Alir.....	31
4.4 Grafik Perbandingan Pengaruh Panjang Kolom.....	32
4.5 Kurva Efisiensi Adsorpsi.....	33
4.6 Kurva Perubahan pH.....	36
4.7 Kurva Lama Pengaliran (jam) melawan Konsentrasi Akhir (ppm).....	38

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Perhitungan massa $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ dalam pembuatan larutan baku Pb^{2+} 100 ppm sebanyak 1 L.....	44
B. Pembuatan Larutan Buffer pH 6.....	44
C. Absorban Larutan Standar.....	45
D. Absorban Larutan Sampel Akhir Timbal (Pb^{2+}).....	46
E. Absorban Rata-rata dan Konsentrasi Akhir Larutan Sampel.....	46
F. Perhitungan Efisiensi Adsorpsi.....	47
G. Efisiensi Adsorpsi.....	47
H. Besar pH Larutan Akhir dan Besar Perubahannya.....	48
I. Absorban Larutan Sampel Akhir Timbal (Pb^{2+}) dari Kombinasi Terbaik.....	48
J. Absorban Rata-rata dan Konsentrasi Akhir Larutan Sampel dari Kombinasi Terbaik.....	49



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi telah mendorong tumbuhnya berbagai jenis industri. Pertumbuhan industri yang pesat membawa manfaat bagi masyarakat, namun disisi lain dapat menimbulkan dampak negatif yaitu pencemaran lingkungan. Pencemaran limbah industri dapat berupa bahan kimia terlarut yang dibuang ke lingkungan sehingga dapat menimbulkan dampak negatif baik terhadap manusia maupun biota akuatik (Tampubolon dan Sitorus, 2001).

Logam berat adalah salah satu jenis polutan yang sangat berbahaya. Suatu proses industri banyak menghasilkan limbah pencemar, terutama logam-logam yang relatif mudah larut dalam bentuk ion di air, seperti ion timbal (Pb^{2+}) (Darmono, 1995). Ion timbal sangat beracun dan dapat memasuki tubuh melalui makanan, udara serta air (Lenntech, 2005). Ion timbal dapat berakumulasi dalam makhluk hidup karena tidak adanya mekanisme dalam tubuh untuk mengeliminasinya (Sulistia, 1995).

Dampak yang timbul akibat keracunan ion timbal antara lain : gangguan biosintesis hemoglobin, kerusakan otak, keguguran pada ibu hamil, gangguan jantung, dan kemandulan pada laki-laki (Lenntech, 2005). Keracunan ion timbal pada bayi dan anak-anak menyebabkan kerusakan otak, cacat mental, dan kurangnya kemampuan berbicara (Darmono, 1995).

Salah satu cara untuk menghilangkan polutan logam dalam air yaitu dengan cara adsorpsi. Pada proses adsorpsi perlu tersedia suatu adsorben. Salah satunya adalah dengan menggunakan material biologi (Barliany, 2005). Beberapa hasil studi menunjukkan bahwa material biologi maupun limbah pertanian seperti sekam padi (Munaf and Zein, 1997), sabut kelapa (Low et al, 1995), jamur (Fourest and Roux, 1992), dan lumut (Low, 1996) dapat digunakan sebagai penyerap bahan pencemar

yang terdapat dalam air limbah. Selain material biologi yang telah disebutkan di atas juga telah digunakan material lain yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan penyerap seperti lumpur (Lopez, 1997) dan tanah liat (Newton, 1995).

Di Indonesia banyak terdapat tempat penggergajian kayu olahan yang memanfaatkan kayu kamfer untuk pembuatan mebel rumah tangga. Limbah serbuk gergaji kayu kamfer biasanya hanya dibiarkan menumpuk, kemudian dibakar. Serbuk gergaji kayu kamfer akan lebih bermanfaat jika digunakan sebagai adsorben untuk mengurangi limbah logam berat Pb^{2+} .

Pada umumnya sel kayu termasuk kamfer terutama terdiri dari selulosa, hemiselulosa dan lignin. Selulosa membentuk kerangka yang dikelilingi hemiselulosa dan dilapisi oleh bahan-bahan antara lain lignin (Sjostrom, 1995). Berdasarkan kandungan kimia kayu dari serbuk gergaji kayu kamfer ini diharapkan berfungsi sebagai adsorben untuk mengurangi limbah logam berat.

Studi serbuk gergaji kayu kamfer sebagai adsorben untuk logam Pb^{2+} dengan cara pengocokan pernah dilakukan oleh Prawita (2001). Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu kocok optimal dari serbuk kayu kamfer dalam menjerap logam berat Pb adalah 2 jam dengan daya jerap 30,16 %. Persen berat optimal serbuk adalah 5 % b/v dengan daya jerap 30,16 %. Persen berat optimal serbuk yang sebelumnya dicuci dengan petroleum eter, memberikan daya jerap 29,95 - 30,80 %. Berbagai konsentrasi larutan Pb^{2+} tidak berpengaruh terhadap daya jerap serbuk kayu kamfer.

Berdasarkan ulasan diatas, maka dilakukan penelitian dengan memanfaatkan serbuk gergaji kayu kamfer sebagai adsorben untuk mengurangi kadar Pb^{2+} dalam sampel air dengan cara aliran.

1.2 Rumusan Masalah

Mengacu pada latar belakang tersebut, maka rumusan masalah yang dapat dikemukakan adalah :

1. Apakah serbuk gergaji kayu kamfer dapat digunakan sebagai adsorben logam berat Pb^{2+} dalam sampel air dengan cara aliran ?
2. Apakah kombinasi variasi parameter ukuran partikel serbuk gergaji kayu kamfer, laju alir dan panjang kolom berpengaruh terhadap efisiensi adsorpsi logam berat Pb^{2+} dalam sampel air ?
3. Berapa persentase efisiensi serbuk gergaji kayu kamfer dalam mengadsorp logam berat Pb^{2+} dalam sampel air ?
4. Apakah terjadi perubahan pH larutan sampel akhir setelah dilewatkan adsorben ?
5. Apakah pengaruh lama pengaliran larutan uji Pb^{2+} terhadap kejenuhan serbuk gergaji kayu kamfer dalam mengadsorp logam berat Pb^{2+} dari kombinasi parameter yang menghasilkan efisiensi adsorpsi tertinggi ?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka dapat dikemukakan bahwa tujuan penelitian ini adalah :

1. Meneliti kemampuan serbuk gergaji kayu kamfer sebagai adsorben logam berat Pb^{2+} dalam sampel air dengan cara aliran.
2. Menentukan pengaruh kombinasi variasi parameter ukuran partikel serbuk gergaji kayu kamfer, laju alir dan panjang kolom terhadap efisiensi adsorpsi logam berat Pb^{2+} dalam sampel air.
3. Mengetahui besarnya persentase efisiensi serbuk gergaji kayu kamfer dalam mengadsorp logam berat Pb^{2+} dalam sampel air.
4. Membuktikan terjadinya reaksi kimia pada proses adsorpsi ion Pb^{2+} oleh serbuk gergaji kayu kamfer.

5. Mengetahui pengaruh lama pengaliran larutan uji Pb^{2+} terhadap kejenuhan serbuk gergaji kayu kamfer dalam mengadsorpsi logam berat Pb^{2+} dari kombinasi parameter yang menghasilkan efisiensi adsorpsi tertinggi .

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat :

1. Memberikan nilai tambah limbah serbuk gergaji kayu kamfer dengan memanfaakannya sebagai adsorben limbah logam berat di perairan.
2. Memberikan alternatif pemecahan masalah limbah logam berat di perairan dengan metode relatif sederhana menggunakan alat dan bahan yang murah dan mudah diperoleh.
3. Mengurangi kadar logam berat Pb^{2+} di perairan.

1.5 Batasan Masalah

Untuk menghindari perluasan dan penyimpangan masalah, maka perlu diperhatikan bahwa :

1. Penelitian dilakukan dengan skala laboratorium.
2. Serbuk gergaji kayu kamfer yang digunakan berasal dari tempat pengergajian kayu olahan Kaliwates Jember.
3. Serbuk gergaji kayu kamfer yang digunakan mendapat perlakuan awal berupa pencucian dengan larutan asam nitrat dan etanol.
4. Ukuran partikel yang digunakan lebih kecil dari 80 mesh dan lebih besar dari 80 mesh.
5. Ukuran diameter kolom yang digunakan adalah 2 cm.
6. Variasi parameter yang dikombinasikan adalah ukuran partikel serbuk gergaji kayu kamfer sebagai adsorben, laju alir, dan panjang kolom.
7. Pengukuran konsentrasi larutan menggunakan metode SSA.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Lingkungan

2.1.1 Pengertian Lingkungan

Lingkungan hidup adalah kesatuan ruang dengan semua benda, daya, keadaan dan makhluk hidup, termasuk di dalamnya manusia dan perilakunya, yang mempunyai kelangsungan kehidupan dan kesejahteraan manusia serta makhluk hidup lainnya. Ruang merupakan sesuatu dimana berbagai komponen lingkungan hidup menempati dan melakukan proses. Dengan demikian dimanapun terdapat komponen lingkungan hidup, maka di sana terdapat ruang yang mengitarinya, sehingga antara ruang dan komponen lingkungan merupakan suatu kesatuan. Daya atau energi adalah sesuatu yang memberi kemampuan untuk melakukan kerja. Keadaan disebut juga kondisi atau situasi, ada yang membantu berlangsungnya interaksi di dalam sistem, ada yang merangsang makhluk hidup melakukan sesuatu dan ada pula situasi atau kondisi yang menghambat interaksi di dalam sistem. Manusia merupakan suatu komponen ekosistem yang memiliki ciri yang sangat berbeda dengan komponen lainnya karena manusia mempunyai akal atau kecerdikan (Undang-Undang Republik Indonesia, 1984).

2.1.2 Jenis-Jenis Lingkungan

Lingkungan hidup manusia mencakup bagian dari bumi, seperti udara, tanah, dan air serta organisme hidup seperti hewan dan tumbuhan (Karimah, 2003). Menurut Darsono (1995) lingkungan hidup dapat diklasifikasikan menjadi tiga, yaitu :

- 1) lingkungan fisik (*physical environment*), yaitu segala sesuatu yang ada di sekitar kehidupan manusia yang berwujud benda mati,
- 2) lingkungan biologi (*biological environment*), yaitu segala sesuatu yang berada di sekitar kehidupan manusia yang berwujud benda hidup,

- 3) lingkungan sosial (*social environment*), yaitu individu lain yang berda di sekitar suatu individu.

2.1.3 Pencemaran Lingkungan

Seiring dengan laju pertumbuhan penduduk yang pesat dewasa ini, maka kebutuhan pemukiman juga semakin meningkat. Kebutuhan pemukiman yang terus meningkat maka secara langsung tanah tempat berdirinya pemukiman telah berubah dari fungsi sebenarnya. Alih fungsi tanah dapat menurunkan kualitas tanah itu sendiri yang pada akhirnya akan menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan (Resosoedarmo, 1992).

Pencemaran lingkungan adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain ke dalam lingkungan dan atau berubahnya tatanan lingkungan oleh kegiatan manusia atau proses alam, sehingga kualitas lingkungan turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya (Undang-Undang Republik Indonesia, 1984). Secara umum lingkungan dikatakan tercemar jika terdapat bahan-bahan berbahaya baik organisme maupun bahan-bahan lain yang mengganggu kesetimbangan ekosistem (Soeriatmaja, 1997).

Ditinjau dari obyek pencemaran di permukaan bumi, maka pencemaran lingkungan digolongkan menjadi pencemaran tanah, pencemaran air, dan pencemaran udara (Soeriatmaja, 1997). Pencemaran air adalah peristiwa masuknya zat ke dalam lingkungan air yang mengakibatkan kualitas baku mutu air turun, sehingga dapat mengganggu atau membahayakan kesehatan masyarakat. Menurut Connel dan Miller (1995), pencemaran air berdasarkan aspeknya dapat digolongkan sebagai berikut :

1) Pencemaran air secara fisik

Berasal dari bahan yang masuk ke dalam air meliputi zat warna, lumpur atau partikel dari industri perkayuan dan tekstil, juga panas yang berasal dari pusat pembangkit tenaga listrik yang menambah kekeruhan air.

2) Pencemaran air secara kimia

Sumber utama pencemaran kimia ke dalam air berasal dari bahan buangan cair dari industri kimia, logam, cat, baterai, dan sebagainya.

3) Pencemaran mikrobiologi

Sumber utama pencemaran mikrobiologi berasal dari industri yang menghasilkan atau menggunakan mikroorganisme dalam proses produksinya.

4) Pencemaran radioaktif

Pencemaran radioaktif dapat berasal dari reaktor atom dan industri yang menghasilkan atau menggunakan zat radioaktif.

Perkembangan penduduk dan kegiatan manusia telah meningkatkan pencemaran sungai-sungai, terutama sungai-sungai yang melintasi daerah perkotaan. Sebagian besar buangan kegiatan manusia (limbah domestik) dan industri dibuang ke sistem perairan dengan sedikit atau tanpa pengelolaan terlebih dahulu, hal ini menyebabkan penurunan kualitas air di sungai (Darsono, 1995). Air sungai yang telah tercemar akan bermuara di laut dan pada akhirnya menyebabkan terjadinya pencemaran di laut. Salah satu bentuk pencemaran dilaut adalah tercemarnya laut oleh logam-logam berat (Soeriatmaja, 1997).

2.2 Timbal (Pb)

Timbal dalam kehidupan sehari-hari dikenal dengan nama timah hitam. Dalam bahasa ilmiahnya dinamakan Plumbum dan logam ini diberi simbol Pb. Timbal memiliki nomor atom 82 dan memiliki massa atom relatif 207,2. Dalam Sistem Periodik Unsur (SPU), timbal (Pb) terletak pada golongan IV A periode 6. Logam berat timbal (Pb) mempunyai massa jenis $11,34 \text{ g/cm}^3$. Titik didihnya $1749 \text{ }^\circ\text{C}$ dan titik bekunya $327,46 \text{ }^\circ\text{C}$ (Lide, 2004).

Timbal alami merupakan campuran empat isotop yang stabil yaitu : ^{204}Pb (1,4 %), ^{206}Pb (24,1 %), ^{207}Pb (22,1 %), dan ^{208}Pb (52, 4 %). Di alam terdapat lebih dari 200 macam mineral yang mengandung timbal, tetapi hanya tiga macam mineral

yang merupakan sumber timbal yang potensial yaitu galena (PbS), cerussite ($PbCO_3$), dan anglesite ($PbSO_4$) (Lide, 2004).

Timbal dan senyawanya dapat berada di dalam perairan secara alamiah dan non alamiah (akibat aktivitas manusia). Secara alamiah timbal masuk ke perairan melalui pelarutan timbal di udara oleh bantuan air hujan. Di samping itu, proses korosi dari bahan mineral akibat hempasan gelombang terhadap dinding pantai dan angin yang mengandung uap timbal juga merupakan salah satu jalur sumber timbal yang masuk ke perairan. Timbal yang masuk ke perairan sebagai akibat dari aktivitas manusia ada bermacam-macam, diantaranya adalah air limbah (buangan) industri yang menggunakan Pb, air buangan dari pertambangan bijih timah hitam dan air buangan dari industri baterai. Air buangan tersebut masuk melalui jalur perairan anak-anak sungai dan kemudian dibawa terus menuju lautan (Palar, 1994).

Timbal di lingkungan perairan pada umumnya ditemukan sebagai Pb^{2+} . Sebagai zat terlarut di air, Pb bersifat stabil (Stoeppler, 1992). Umumnya kadar alami Pb dalam air adalah 0,03 ppm di air laut dan 0,3 ppm di air sungai (Darmono, 1995).

Dalam tubuh manusia, Pb diabsorpsi secara lambat dan tidak sempurna oleh saluran pencernaan serta dapat pula diabsorpsi oleh saluran pernafasan. Keracunan Pb umumnya bersifat kronis karena logam ini diekskresi jauh lebih lambat dibanding absorpsinya. Akibatnya, jika orang terkontaminasi Pb, maka Pb akan cenderung tertimbun pada jaringan terutama dalam tulang (Christian, 1994). Ekskresi Pb terbatas, maka sedikit saja peningkatan masukan setiap hari dapat menimbulkan akumulasi Pb (Sulistia, 1995).

Timbal yang diabsorpsi melalui saluran pencernaan didistribusikan ke dalam jaringan yang lain melalui darah. Logam ini dapat terdeteksi dalam tiga jaringan utama. Pertama, di dalam darah timbal (Pb) terikat dalam sel darah merah (eritrosit) dan mempunyai waktu paruh sekitar 25-30 hari. Kedua, di dalam jaringan lunak (hati dan ginjal), mempunyai waktu paruh sekitar beberapa bulan. Ketiga, tulang dan jaringan-jaringan keras seperti gigi, tulang rawan dan sebagainya. Hampir sekitar

90-95% timbal (Pb) dalam tubuh terdapat dalam tulang, yang waktu paruhnya mencapai 30-40 tahun (Darmono, 1995).

Pada manusia Pb diekskresikan terutama melalui air seni. Timbal juga diekskresikan melalui tinja (feses), keringat dan air susu ibu serta didepositkan dalam rambut dan kuku. Biasanya ekskresi Pb dari tubuh sangat kecil meskipun asupan Pb tiap hari naik, sehingga dapat menaikkan kandungan Pb dalam tubuh (Darmono, 1995).

Keracunan Pb dapat menimbulkan suatu gejala keracunan pada setiap orang baik pada anak maupun orang dewasa. Gejala keracunan biasanya berbeda antara anak-anak dan orang dewasa. Gejala yang terlihat pada anak-anak tersebut adalah : nafsu makan berkurang, sakit perut dan muntah-muntah, bergerak terasa kaku, lemah, tidak ingin bermain, peka terhadap rangsangan, sempoyongan bila bergerak, sulit berbicara, hasil tes psikologi sangat rendah, gangguan pertumbuhan otak, dan koma (Darmono, 1995).

Keracunan Pb pada orang dewasa biasanya terjadi di tempat mereka bekerja. Gejala yang khas keracunan Pb pada orang dewasa adalah : kepuatan, sakit perut, gangguan saluran pencernaan (muntah-muntah, rasa mual, dan diare), kelemahan otot terutama tangan dan kaki, lesu dan lemah, sakit kepala, nafsu makan hilang dan berat badan menurun, anemia, hiperiritasi, gangguan tidur, depresi, dan yang paling sering ialah terlihatnya warna biru 'garis biru' pada gusi. Gejala biasanya bervariasi yang merupakan indikator dari kerusakan sistem saraf pusat. Disamping itu, hasil uji psikologi dan neuropsikologi menunjukkan terjadi penurunan daya ingat, kurang konsentrasi, sulit berbicara, gangguan penglihatan, dan psikomotor (gerak). Kadang-kadang terjadi pula penurunan sistem daya sensor saraf yang mengakibatkan daya perasa berkurang (Darmono, 1995).

2.3 Adsorpsi

Adsorpsi merupakan proses penyerapan suatu materi oleh zat penyerap pada bagian permukaan. Dalam mekanisme adsorpsi dikenal adanya suatu zat yang berfungsi sebagai penyerap disebut adsorben dan zat yang diserap disebut sebagai adsorbat. Adsorpsi yang terjadi pada permukaan zat padat terjadi karena adanya interaksi gaya-gaya pada permukaan padatan dengan molekul-molekul suatu zat yang akan diserap (Soekardjo, 1985).

Adsorpsi dipengaruhi oleh jenis adsorben, jenis adsorbat, luas permukaan adsorben, dan temperatur. Pada adsorpsi kation, faktor-faktor yang berpengaruh adalah muatan dan ukuran kation serta ukuran pori adsorben (Amdiyah, 2004). Selain faktor di atas, laju alir adsorbat juga mempengaruhi tingkat adsorpsi. Semakin cepat laju alir dari adsorbat akan semakin cepat pula interaksi antara adsorben dengan adsorbat sehingga adsorbat tidak terikat secara kuat pada adsorben. Hal ini mengakibatkan adsorbat banyak yang lolos dari adsorben. Jika laju alir yang lambat dari adsorbat mengakibatkan interaksinya dengan adsorben menjadi lebih lama sehingga dimungkinkan terjadi ikatan yang lebih kuat diantara keduanya dan kapasitas adsorpsi menjadi lebih besar (Sudjadi, 1988).

Secara umum, adsorpsi terdiri dari 2 (dua) jenis, yaitu adsorpsi fisik dan kimia. Adsorpsi fisik atau fisisorpsi adalah adsorpsi reversibel yang terjadi melalui interaksi lemah, tidak terjadi ikatan kovalen antara adsorben dengan adsorbat, karena pengaruh ikatan van der Waals. Adsorpsi kimia atau kemisorpsi adalah peristiwa interaksi orbital molekul pada permukaan padatan dengan molekul adsorbat yang bersifat irreversibel, yang terjadi karena gaya ikat kimiawi. Hal ini disebabkan terjadinya pertukaran atau penggunaan bersama elektron (ikatan kovalen) (Othmer, 1971).

Salah satu jenis interaksi kimiawi adalah reaksi pertukaran ion, yang merupakan kompetisi antara ion yang terdapat dalam fase mobil dengan ion lawannya yang terikat pada gugus fungsional pada penukar ion yang bermuatan berlawanan (Adnan, 1997). Penukar ion merupakan bahan padat yang memiliki bagian aktif

dengan ion-ion yang dapat dipertukarkan. Bagian aktif ini berfungsi sebagai penukar kation jika bagian aktifnya bersifat asam.

2.4 Kamfer

Tumbuhan berupa pohon umumnya digolongkan sebagai tumbuhan berbiji (Spermatophyta). Pohon menurut teksturnya dibagi menjadi gymnospermae/kayu lunak dan angiospermae/kayu keras. Pohon kamfer merupakan tumbuhan jenis angiospermae. Kayu kamfer memiliki komposisi kimia yang umumnya dibedakan menjadi komponen-komponen makromolekul yang letaknya di dinding sel dan zat-zat berat molekul rendah (Sjostrom, 1995).

Komponen-komponen makromolekul terdiri atas selulosa, poliosa (hemiselulosa), lignin, dan senyawa polimer minor, yaitu pati, senyawa pektin, dan protein, sedangkan zat-zat berat molekul rendah terdiri atas ekstraktif berupa zat organik dan zat anorganik (Fengel dan Wegener, 1995).

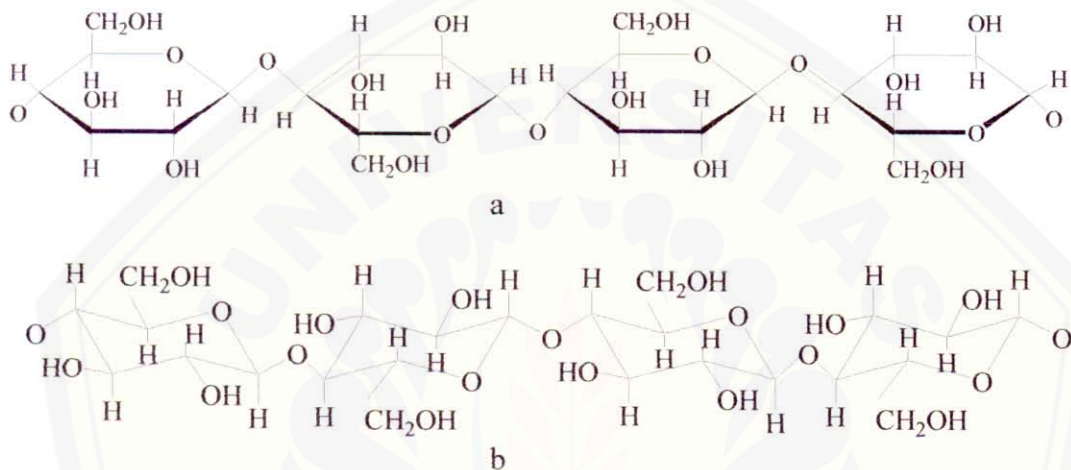
1. Selulosa

Selulosa merupakan senyawa karbohidrat dengan struktur dasar sel tanaman yang terdapat di dinding sel. Dalam kayu, selulosa terikat kuat dengan poliosa dan lignin (Fengel dan Wegener, 1995). Selulosa adalah polimer linier unit D-glukopiranososa yang terikat dengan ikatan β -1-O-glikosidik (Eaton and Hale, 1993).

Selulosa memiliki berat molekul 300 ribu - 500 ribu (Harrison and de Mora, 1996). Panjang molekul selulosa kurang lebih 5000 nm, sesuai dengan rantai sekitar yaitu 10.000 unit glukosa. Bidang-bidang yang dibentuk oleh dua piranososa yang berurutan berputar 180° relatif satu terhadap yang lain (Arbianto dalam Menayang, 2006).

Selulosa cocok untuk kebutuhan pembuatan matrik padat dan inert dengan permukaan luas. Masuknya substituen-substituen asam atau basa ke dalam selulosa masing-masing menghasilkan penukar-penukar kation dan anion. Meskipun penukar-

penukar ion selulosa secara kimia kurang stabil daripada resin penukar ion sintesis dan kapasitasnya relatif rendah, selulosa berguna terutama untuk pemisahan biokimia yang melibatkan molekul-molekul besar seperti protein. Penukar ion selulosa dalam perdagangan diperoleh sebagai bubuk maupun dalam bentuk serat dan kertas sehingga dapat digunakan untuk berbagai teknik pemisahan (Sjostrom, 1995).



Gambar 2.1 Struktur kimiawi bagian dari molekul selulosa (a) unit D-glukopiranososa terikat dengan ikatan β -1-O glikosidik, (b) struktur stereokimia selulosa (Eaton dan Hale, 1993).

Fungsi dari selulosa dalam tanaman adalah memberikan kekuatan pada dinding sel tanaman. Selain itu, berbagai karbohidrat termasuk unsur-unsur pembentuk pokok dalam senyawa alami yang melakukan fungsi-fungsi vital dalam organisme hidup (Sjostrom, 1995).

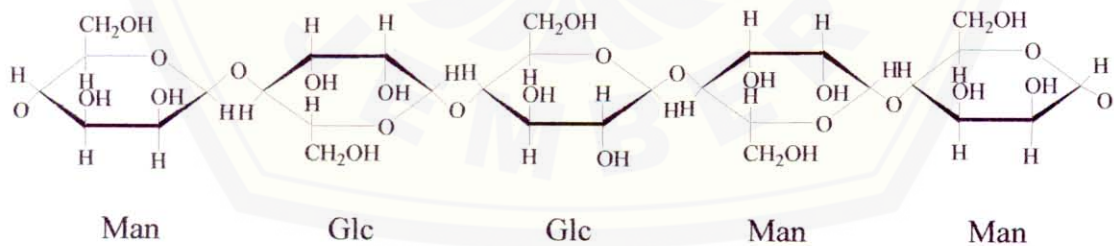
2. Poliosa (Hemiselulosa)

Poliosa berbeda dari selulosa karena komposisi berbagai unit gula, rantai molekul yang lebih pendek dan percabangan rantai molekul. Rantai utama poliosa dapat berupa homopolimer, misal xilan, atau berupa heteropolimer, misal glukomannan. Beberapa unit dapat berupa gugus samping rantai utama (tulang punggung), misal asam 4-O-metilglukuronat (Fengel dan Wegener, 1995).

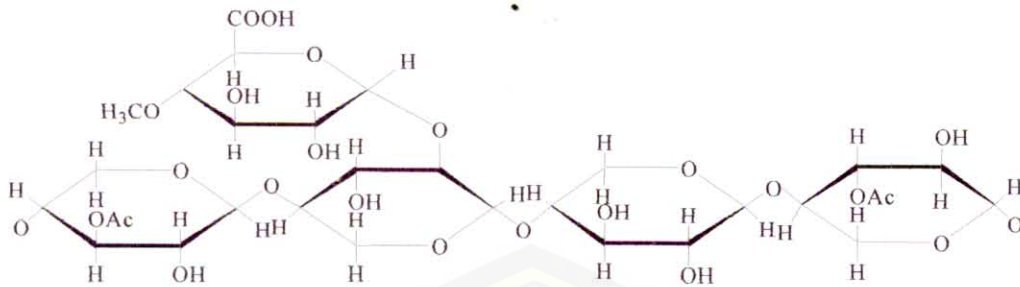
Fungsi poliosa dalam pohon adalah sebagai pendukung dalam dinding sel. Senyawa yang termasuk heteropolisakarida ini terbentuk dari monomer D-glukosa, D-xilosa, D-manosa, D-galaktosa, L-arabinosa, dan sejumlah kecil L-ramnosa serta asam D-glukuronat, asam 4-metil-D-glukuronat, dan asam D-galakturonat (Sjostrom, 1995).

Secara umum, kandungan poliosa dalam kayu keras lebih besar daripada kayu lunak dan komposisi gulanya berbeda. D-xilosa merupakan senyawa yang dominan dalam poliosa hampir semua jenis kayu dan tumbuhan pada umumnya. Kandungan senyawa ini lebih banyak ditemukan pada kayu keras (20-25%) dibandingkan kayu lunak (7-12%). Selain itu, D-manosa ditemukan melimpah dalam poliosa. Kayu lunak lebih kaya akan senyawa ini dibandingkan kayu keras, yang seringkali terjadi sebagai suatu polimer, mannan, atau bergabung dengan D-glukosa atau D-galaktosa sebagai glukomannan, galaktomannan, atau galaktoglukomannan (anonim, 1992).

Xilan pada kayu keras tersusun pada interval tak teratur dengan gugus asam-4-metilglukuronat dengan ikatan glikosidik α -(1 \rightarrow 2) pada unit-unit xilosa. Beberapa gugus -OH pada C₂ dan C₃ dari unit-unit xilosa disubstitusi dengan gugus-gugus-O-asetil. Xilan dari kayu keras ini adalah O-asetil-4-O-metil glukuronoxilan.



Gambar 2.2 Struktur kimia Glukomannan dari kayu keras.



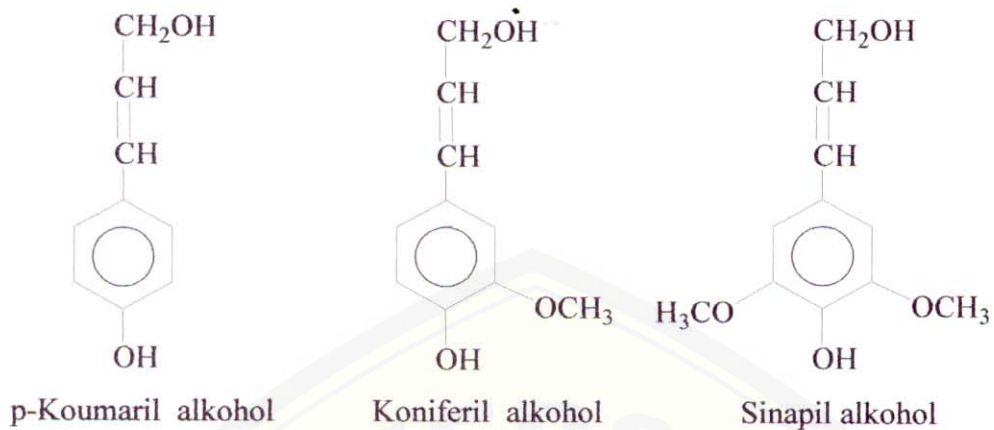
Gambar 2.3 Struktur kimia O-asetil-4-O-metilglukuronoxilan dari kayu keras (Eaton dan Hale, 1993).

3. Lignin

Lignin merupakan zat organik polimer yang banyak dan penting dalam dunia tumbuhan. Penyatuan lignin ke dalam dinding sel tumbuhan memungkinkan lignin menguasai permukaan bumi. Lignin menaikkan sifat-sifat kekuatan mekanik sehingga tumbuhan yang besar seperti pohon yang tingginya lebih dari 10 m tetap kokoh berdiri (Fengel dan Wegener, 1995).

Senyawa ini memiliki komponen kimia dan morfologi yang karakteristik pada jaringan tumbuhan tinggi, termasuk kamfer. Dilihat dari segi morfologi, lignin merupakan senyawa amorf yang terdapat dalam lamela tengah majemuk maupun dalam dinding sekunder (Fengel dan Wegener, 1995). Unit individu lignin berikatan melalui ikatan eter (C-O-C) atau karbon-karbon (C-C), dan dapat juga antar cincin, antar rantai samping, dan suatu cincin dengan rantai samping (Harrison and de Mora, 1996).

Secara umum lignin pada kayu terbentuk dari koniferil alkohol dengan beberapa persen sinapil alkohol, dan sedikit p-koumaril alkohol. Proses pembentukannya melalui polimerisasi dehidrogenasi koniferil alkohol, terbentuk dari unit-unit tunggal, terdiri dari polimer-polimer unit gualasilpropana dengan sejumlah kecil siringil dan unit p-hidroksifenilpropana (lignin gualasil-siringil) (Eaton dan Hale, 1993).



Gambar 2.4 Monomer-monomer dari fenilpropana pembentuk polimer lignin (Eaton dan Hale, 1993).

Lignin berfungsi sebagai pendukung ikatan antar sel dan aliran air dalam kayu (Anonim, 1992). Lignin memberikan sifat keras pada dinding sel kayu dan sifatnya yang kurang hidrofilik menyebabkan senyawa ini dapat mempengaruhi karakteristik pemuai pada kayu (Eaton and Hale, 1993).

4. Zat-zat Berat Molekul Rendah

Komponen yang termasuk didalamnya adalah zat organik dan anorganik. Zat organik yang lazim disebut ekstraktif, terdiri atas resin, lilin, lemak, asam lemak dan alkohol, steroid serta hidrokarbon. Zat anorganik dalam kayu pada umumnya disebut abu (Sjostrom, 1995). Ekstraktif mengandung semua jenis terpena, dari monoterpena sampai tetraterpena, kecuali sesterterpena yang jarang ditemui (Fengel dan Wagener, 1995). Kayu keras hanya memiliki satu tipe resin, yaitu parenkim, sedangkan kayu lunak memiliki tipe resin parenkim dan oleoresin (Sjostrom, 1995).

Resin tidak menunjukkan senyawa kimia tertentu, tetapi suatu kondisi fisik yang bersifat mencegah terjadinya kristalisasi. Senyawa-senyawa yang terkandung didalamnya adalah terpena, lignan, stilbena, flavonoid, dan aromatik lain (Fengel dan Wagener, 1995). Senyawa-senyawa ini termasuk dalam kelompok senyawa fenol, yang terutama terdapat di kayu teras (bagian dalam kayu yang berwarna gelap), kulit, dan jejak-jejak yang berada di kayu gubal (bagian luar kayu yang berwarna lebih

terang) yang bersifat fungisida, sehingga dapat melindungi pohon dari serangan mikrobiologi (Sjostrom, 1995).

Beraneka ragam ekstraktif aromatik yang kompleks terutama terdapat pada kayu teras dan kulit, kebanyakan diantaranya merupakan senyawa-senyawa fenol.

Menurut Sjostrom (1995) kelompok ekstraktif aromatik yang terpenting adalah :

1) Flavonoid

Golongan flavonoid dapat digambarkan sebagai deret senyawa $C_6-C_3-C_6$ artinya kerangka karbonnya terdiri atas dua gugus C_6 (cincin benzena tersubstitusi) disambungkan oleh rantai alifatik ketiga karbon. Beberapa macam flavonoid menentukan warna masing-masing kayu, misal fisetin, morin, dan santal dapat menyebabkan noda-noda warna pada kayu. Flavonoid mempunyai sifat yang khas yaitu bau yang sangat tajam, sebagian besar merupakan pigmen warna kuning, dapat larut dalam air dan pelarut organik, mudah terurai pada temperatur tinggi. Anggota-anggota yang umum adalah krisin dan taksifolin (Fengel dan Wegener, 1995).

2) Tanin

Tanin merupakan senyawa fenolat mulai dari fenol sederhana hingga sistem flavonoid terkondensasi. Tanin dibagi menjadi tanin yang dapat dihidrolisis dan tanin yang tidak dapat dihidrolisis atau tannin terkondensasi. Tanin-tanin yang dapat dihidrolisis menghasilkan senyawa asam galat, asam digalat dan asam elagat. Tanin-tanin kondensasi merupakan polimerisasi dari flavonoid, seperti tipe katekin (flavan-3-ol).

3) Lignan

Lignan merupakan senyawa-senyawa yang terdiri atas dua unit fenilpropana yang diikat dengan cara berbeda. Lignan merupakan komponen khas kayu teras dan jumlahnya dalam kayu gubal kecil/dapat diabaikan. Dalam kayu teras dapat terlihat bahwa lignan menempel pada dinding trakheit seperti permukaan film dan sering menyumbat noktah. Lokasi dan sifat endapan lignan menunjukkan bahwa biosintesis lignan

mungkin terjadi pada tepi kayu teras dekat noktah. Beberapa anggota lignan yang umum pada kayu antara lain : siringaresol, lioniresol, asam tomasat dan asam gualakonik (Fengel dan Wegener, 1995).

4) Stilbena

Stilbena adalah senyawa senyawa yang terdapat dalam kayu teras dan merupakan turunan dari 1, 2- difeniletilena dengan sistem ikatan rangkap dua terkonjugasi. Kelompok stilbena terutama : 4-hidroksistilbena, 4-metoksistilbena, pinosilvin, dan pinosilvin dimetileter. Adanya senyawa-senyawa stilbena dalam kayu menyebabkan kayu berwarna gelap (Fengel dan Wegener, 1995).

Prosentase komponen-komponen anorganik atau mineral dalam kayu relatif rendah, yaitu 5% dari berat kayu seluruhnya untuk jenis kayu tropika, namun penting untuk pertumbuhan kayu. Pada umumnya jumlah kalsium mencapai 50 % dari total mineral kayu, tetapi pada jenis kayu tropika persentase silikon sangat tinggi, bahkan melebihi kandungan kalsium dalam kayu. Kalium dan magnesium berada di urutan berikutnya, kemudian diikuti oleh manga'an, natrium, fosfor, dan klorida. Terdapat pula unsur-unsur runtu, yaitu unsur dengan kadar di bawah 5 ppm dalam kayu, yaitu Ba, Al, Fe, Zn, Cu, Ti, Co, Ag, dan Mo (Fengel dan Wegener, 1995). Logam-logam berat seperti Fe dan Mg dapat mencapai kadar 100 ppm dalam kayu. Logam-logam dalam kayu terikat secara parsial dengan senyawa-senyawa yang mengandung gugus-gugus karboksil dan hidroksil yang terdapat dalam kayu (Besnasconi, 1995).

2.5 Spektroskopi Serapan Atom

Spektroskopi adalah studi interaksi antara materi dengan radiasi gelombang elektromagnetik (Surdia, 1993). Interaksi antara materi dengan radiasi gelombang elektromagnetik dapat menghasilkan spektra absorpsi, emisi dan refleksi. Secara garis besar spektroskopi dapat dibagi dalam dua kelompok yaitu spektroskopi atom dan spektroskopi molekul. Analisis secara spektroskopi serapan atom merupakan bagian dari spektroskopi atom. Analisis ini didasarkan pada penyerapan energi gelombang

elektromagnetik pada daerah panjang gelombang tertentu oleh atom-atom netral dalam keadaan dasarnya. Setiap atom memiliki konfigurasi elektron yang khas yang merupakan karakteristik dari atom tersebut. Bila suatu atom berinteraksi dengan gelombang elektromagnetik, maka sebagian energi gelombang elektromagnetik akan diserap oleh atom. Energi yang diserap atom hanyalah energi yang sesuai dengan energi eksitasi dari elektron valensi yang dimiliki oleh atom tersebut. Setiap atom sesuai konfigurasi elektronnya memiliki spektra absorpsi pada panjang gelombang tertentu (Khopkar, 1990).

Spektroskopi Serapan Atom (SSA) adalah salah satu metode spektrofotometri yang sering digunakan untuk analisis kuantitatif logam-logam dalam jumlah renik, trace (Vaan Loon, 1985). Pemakaian analisis dengan menggunakan SSA relatif sederhana karena untuk menganalisis logam dapat dilakukan dalam campuran dengan unsur logam lain tanpa dilakukan pemisahan terlebih dahulu (Zaenuddin, 1988).

Proses pengukuran menggunakan metode ini memerlukan atomisasi sampel terlebih dahulu (Kennedy, 1990). Pada atomisasi, larutan sampel dinebulasi sebagai kabut, kemudian dicampurkan dengan bahan bakar gas, dapat berupa argon atau neon, dan oksidan ke dalam pembakar. Setelah itu terjadi evaporasi pada daerah dasar nyala api menghasilkan partikel padat yang naik ke daerah dalam (pusat) nyala api. Di bagian terpanas dari nyala api ini, atom berupa gas dan sisa-sisa ion dasar terbentuk dari partikel-partikel padat tersebut. Daerah ini juga menjadi tempat terjadinya eksitasi spektra emisi atomik. Pada akhirnya, atom-atom ini bergerak ke arah paling atas dari nyala api, di mana oksidasi terjadi sebelum produk atomisasi terbang (Skoog, 1992).

Dalam spektrometri adsorpsi, berlaku hukum Beer. Persamaannya adalah :

$$A = a \cdot b \cdot c$$

Dimana,

A = Absorbans

a = Absorptivitas (L/cm.mol)

b = Ketebalan (cm)

c = Konsentrasi larutan (mol/L)

Syarat- syarat penggunaan hukum Beer ada 3, yaitu syarat konsentrasi, syarat kimia, dan syarat cahaya (Hendayana, 1994)

Konsentrasi larutan harus encer, karena pada konsentrasi tinggi, jarak rata-rata antara zat-zat pengabsorpsi menjadi kecil, sehingga masing-masing zat mempengaruhi distribusi muatan tetangganya yang dapat mengubah kemampuan absorpsi cahaya pada panjang gelombang tertentu. Jika konsentrasi zat pengabsorpsi rendah tetapi zat non pengabsorpsi tinggi, terutama elektrolit, maka akan terjadi interaksi elektrosatis ion-ion berdekatan dengan pengabsorpsinya, sehingga harga molar absorpstivitasnya terpengaruh. Pengenceran dapat mengatasi kondisi ini (Hendayana, 1994).

Untuk syarat kimia, zat pengabsorpsi tidak boleh berdisosiasi, berasosiasi atau bereaksi dengan pelarut yang dapat menghasilkan produk pengabsorpsi dengan spektrum yang berbeda dengan zat yang dianalisis (Hendayana, 1994). Larutan yang bersifat memancarkan pendar fluor atau suspensi juga tidak mengikuti hukum Beer, di samping larutan encer yang dapat mengalami polimerisasi atau hidrolisis (Khopkar, 1990).

Syarat cahaya yang memenuhi hukum Beer adalah cahaya yang bersifat monokromatis, yaitu cahaya dengan satu macam panjang gelombang saja (Hendayana, 1994). Jika cahaya bersifat polikromatik, maka akan terjadi absorbansi yang bervariasi nilainya (Khopkar, 1990).

Pengukuran konsentrasi logam dalam sampel dapat diperoleh melalui kurva kalibrasi, yang dibuat dari larutan-larutan standard dengan konsentrasi yang telah diketahui dan diukur serapannya. Kurva ini menghasilkan persamaan regresi linier, yaitu :

$$y = bx + c$$

Konsentrasi larutan sampel ditentukan dengan memasukkan nilai absorbansinya ke dalam persamaan ini.



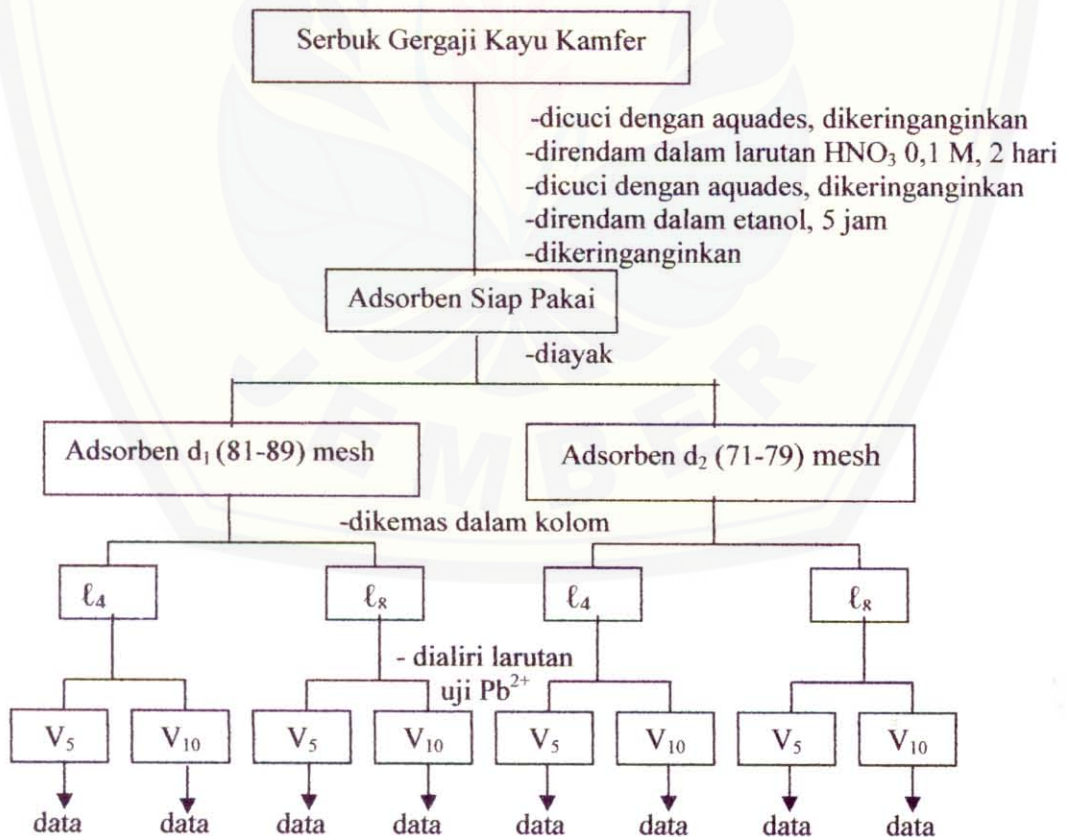
BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan waktu

Perlakuan laboratorium dan analisa dilakukan di Laboratorium Kimia Universitas Jember, pengukuran dengan SSA di Laboratorium Kimia Universitas Negeri Malang. Pengambilan serbuk gergaji kayu kamfer dilakukan di tempat penggergajian kayu olahan Kaliwates Jember. Penelitian dimulai pada bulan Maret sampai bulan Mei 2007.

3.2 Diagram Alir Penelitian

3.2.1 Proses Adsorpsi Ion Pb^{2+} oleh Serbuk Gergaji Kayu Kamfer



Keterangan :

Adsorben d_1 = adsorben lebih kecil dari 80 mesh dan lebih besar dari 90 mesh

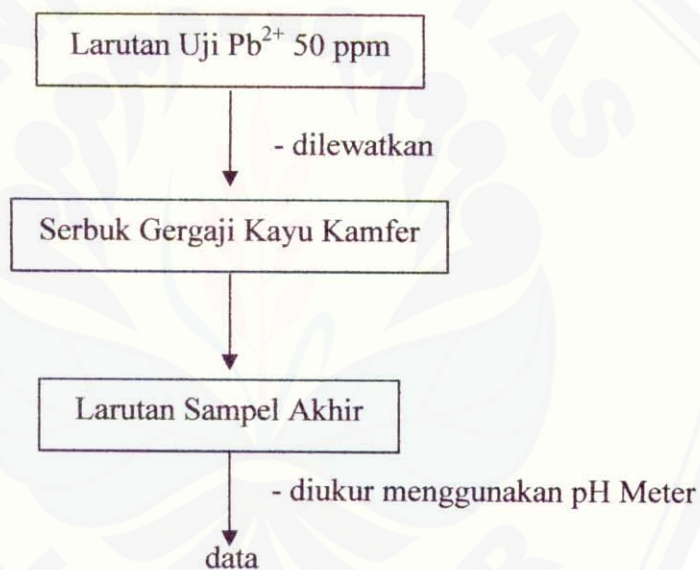
Adsorben d_2 = adsorben lebih kecil dari 70 mesh dan lebih besar dari 80 mesh

V_5 = laju alir larutan uji Pb 5 ml/menit

V_{10} = laju alir larutan uji Pb 10 ml/menit

ℓ_4 = panjang kolom 4 cm dengan massa adsorben 4 g

ℓ_8 = panjang kolom 8 cm dengan massa adsorben 8 g

3.2.2 Perubahan Derajat Keasaman (pH) pada Larutan Sampel Akhir

Keterangan : Pengaliran larutan uji Pb²⁺ pada serbuk gergaji kayu kamfer sesuai dengan kombinasinya.

3.2.3 Pengaruh Lama Pengaliran Larutan Uji Pb^{2+} terhadap Kejenuhan Adsorben Serbuk Gergaji Kayu Kamfer



Keterangan :

Adsorben d_{max} : Ukuran partikel adsorben dari kombinasi yang menghasilkan efisiensi adsorpsi tertinggi

ℓ_{max} : Panjang kolom dari kombinasi penghasil efisiensi adsorpsi tertinggi.

V_{max} : Laju alir dari kombinasi penghasil efisiensi adsorpsi tertinggi.

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat

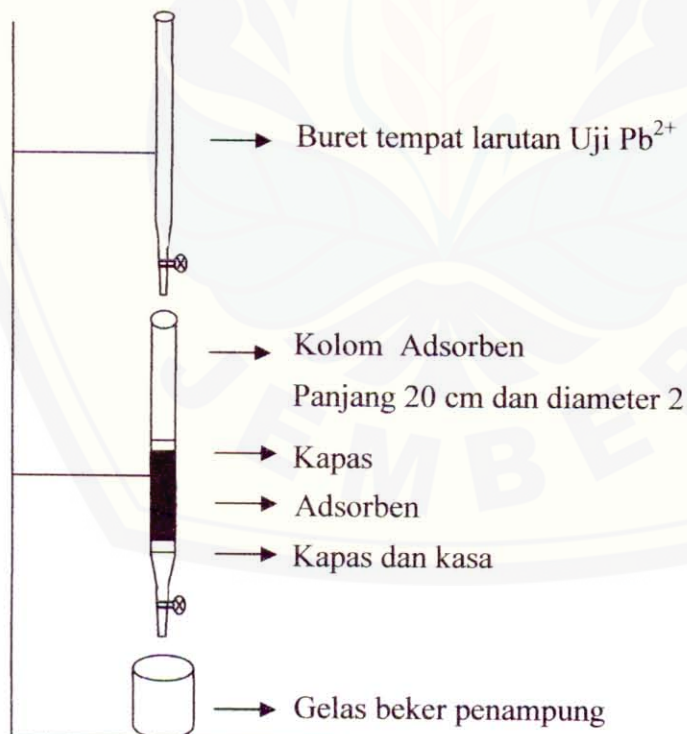
Alat yang digunakan adalah Septrofotometer Serapan Atom (SSA) (Shimadzu AA-6200), pH meter, neraca analitik, biuret 100 mL, labu ukur (500 mL dan 1000 mL), gelas ukur (50 mL dan 100 mL), gelas beker (50 mL, 100 mL, 250 mL, dan 500mL), pipet volume 10 mL, pipet ukur 10 mL, pipet tetes, pengaduk, botol semprot, karet penghisap, botol reagen, pemampat dari kayu, ayakan (70 mesh, 80 mesh, dan 90 mesh) dan kolom terbuat dari pipa PVC ukuran $\frac{3}{4}$ '' berdiameter 2 cm.

3.3.2 Bahan

Serbuk $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, KH_2PO_4 , NaOH , larutan HNO_3 0,1 M; etanol, aquades, dan serbuk gergaji kayu kamfer.

3.4 Desain Kolom

Pengemasan adsorben dalam kolom menggunakan cara kering. Segumpal kapas dan kasa strimin diletakkan tepat di dasar kolom, yang berfungsi sebagai penopang untuk menahan adsorben. Kemudian, adsorben dituangkan ke dalam tabung sedikit demi sedikit sampai massa yang disesuaikan dengan panjang kolomnya. Setiap penambahan adsorben, permukaannya diratakan kemudian dimampatkan secara manual. Setelah semua adsorben dimasukkan, ditambahkan lagi segumpal kapas agar pengaliran larutan tidak menyebabkan permukaan adsorben terganggu (Gritter, 1991).



Gambar 3.1 Bagan Desain dan Posisi Alat pada Proses Adsorpsi

3.5 Preparasi Adsorben

Sebelum digunakan, serbuk gergaji kayu kamfer sebagai adsorben harus dicuci dan diaktifkan terlebih dahulu. Hal ini disebabkan permukaan adsorben yang non aktif seluruhnya dilapisi air, sehingga posisi aktifnya tertutup molekul air yang sangat polar dan membentuk ikatan hidrogen. Maka, adsorben dicuci dengan aquades, kemudian dikeringanginkan. Setelah itu, adsorben direndam dalam larutan HNO_3 0,1 M selama dua hari untuk menghilangkan kandungan logam-logam di dalamnya. Kemudian adsorben disaring dan dicuci dengan aquades kemudian dikeringanginkan lagi. Setelah kering, adsorben direndam dalam etanol selama lima jam untuk memaksimalkan pelepasan air dari permukaan adsorben dan mencegah tumbuhnya mikroorganisme adsorben (Gritter, 1991).

3.6 Preparasi Larutan Pb^{2+}

3.6.1 Pembuatan Larutan Induk Pb^{2+} 100 ppm

Sebanyak 0,1599 g $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ dilarutkan dengan aquades dalam gelas beker 500 mL, kemudian dipindahkan ke dalam labu ukur 1000 mL dan ditambahkan aquades sampai tanda batas.

3.6.2 Pembuatan Larutan Buffer pH 6,0

Larutan buffer pH 6,0 dapat dibuat dengan mencampurkan 250 mL KH_2PO_4 0,2 M dengan 28,2 mL NaOH 0,2 M ditambah dengan aquades sampai volume 1000 mL. Maka sebanyak 6,8045 g KH_2PO_4 dilarutkan dengan aquades sampai volume 250 mL dalam labu ukur 250 mL. Kemudian sebanyak 0,4 g NaOH dilarutkan dengan aquades sampai volumenya 50 mL dalam labu ukur 50 mL. Kedua larutan ini dicampur sesuai dengan perbandingan diatas dan ditambahkan aquades sampai volumenya 1000 mL dalam labu ukur 1000 mL. Nilai pH diuji dengan pH meter (Svehla, 1999).

3.6.3 Pembuatan Larutan Standar Pb^{2+}

Larutan standar untuk pembuatan kurva kalibrasi dibuat dengan 5 (lima) variasi konsentrasi, yaitu 5 ppm; 10 ppm; 15 ppm; 20 ppm dan 25 ppm. Maka, larutan induk Pb^{2+} 100 ppm dimasukkan masing-masing sebanyak 5 mL, 10 mL, 15 mL, 20 mL dan 25 mL ke dalam labu ukur 100 mL, kemudian ditambahkan larutan buffer pH 6,0 sampai tanda batas, sehingga diperoleh larutan Pb^{2+} dengan berbagai konsentrasi.

3.6.4 Pembuatan Larutan Uji Pb^{2+}

Sebanyak 500 mL larutan induk $Pb(NO_3)_2$ 100 ppm diencerkan dengan larutan buffer pH 6,0 menggunakan labu ukur 1000 mL sampai tanda batas, sehingga diperoleh larutan uji dengan konsentrasi 50 ppm.

3.7 Prosedur Adsorpsi

Adsorpsi limbah logam berat ion Pb^{2+} menggunakan serbuk gergaji kayu kamfer dilakukan dengan 3 (tiga) jenis parameter, masing-masing memiliki 2 (dua) variasi kondisi yang saling dikombinasikan, yaitu :

1. Ukuran partikel, dengan variasi ukuran partikel d_1 (81-89) mesh dan d_2 (71-79) mesh.
2. Laju alir, dengan variasi 5 mL/menit (V_5) dan 10 mL (V_{10}).
3. Panjang kolom, yang menentukan massa serbuk gergaji yang diisikan ke dalam kolom, dengan variasi ukuran 4 cm (ℓ_4) dan 8 cm (ℓ_8).

Terdapat 8 (delapan) kombinasi variasi kondisi yang diperoleh melalui perhitungan 2^3 , yaitu :

- | | |
|------------------------|------------------------|
| 1. $d_1 V_5 \ell_4$ | 5. $d_2 V_5 \ell_4$ |
| 2. $d_1 V_5 \ell_8$ | 6. $d_2 V_5 \ell_8$ |
| 3. $d_1 V_{10} \ell_4$ | 7. $d_2 V_{10} \ell_4$ |
| 4. $d_1 V_{10} \ell_8$ | 8. $d_2 V_{10} \ell_8$ |

Masing-masing larutan pada tiap kombinasi parameter tersebut dialirkan menggunakan biuret ke dalam kolom sesuai dengan laju alirnya selama 30 menit.

3.8 Pengukuran Konsentrasi Larutan

3.8.1 Pembuatan Kurva Kalibrasi

Larutan blanko 0 ppm, larutan standar 5 ppm, 10 ppm, 15 ppm, 20 ppm, dan 25 ppm diukur dengan alat SSA, cukup sekali pengukuran saja. Kurva kalibrasi dibuat dengan mengalurkan konsentrasi larutan standar dengan nilai absorbannya. Pada kurva kalibrasi ini diperoleh persamaan regresi linier, dengan formulasi umum :

$$y = bx + c$$

Variabel 'y' menunjukkan nilai absorbansi larutan dan 'x' sebagai nilai konsentrasi larutan.

3.8.2 Penentuan Konsentrasi Akhir Larutan yang Telah Teradsorpsi

1) Tabulasi data

Tabulasi data dibuat untuk mencatat adsorpsi hasil pengukuran larutan uji setelah ion Pb^{2+} teradsorpsi oleh adsorben, kemudian ditentukan konsentrasinya.

2) Perhitungan

Dari persamaan regresi yang diperoleh pada 3.8.1, nilai absorbansi larutan yang telah dijerap disubstitusikan ke dalam variabel 'y', sehingga diperoleh nilai konsentrasi akhir dari variabel 'x'.

3.9 Penentuan Efisiensi Adsorpsi

3.9.1 Perhitungan

Berdasarkan tesis Efrida (2000), maka penentuan efisiensi adsorpsi dilakukan dengan cara perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Efisiensi adsorpsi} = \frac{(C_0 - C)}{C_0} \times 100 \%$$

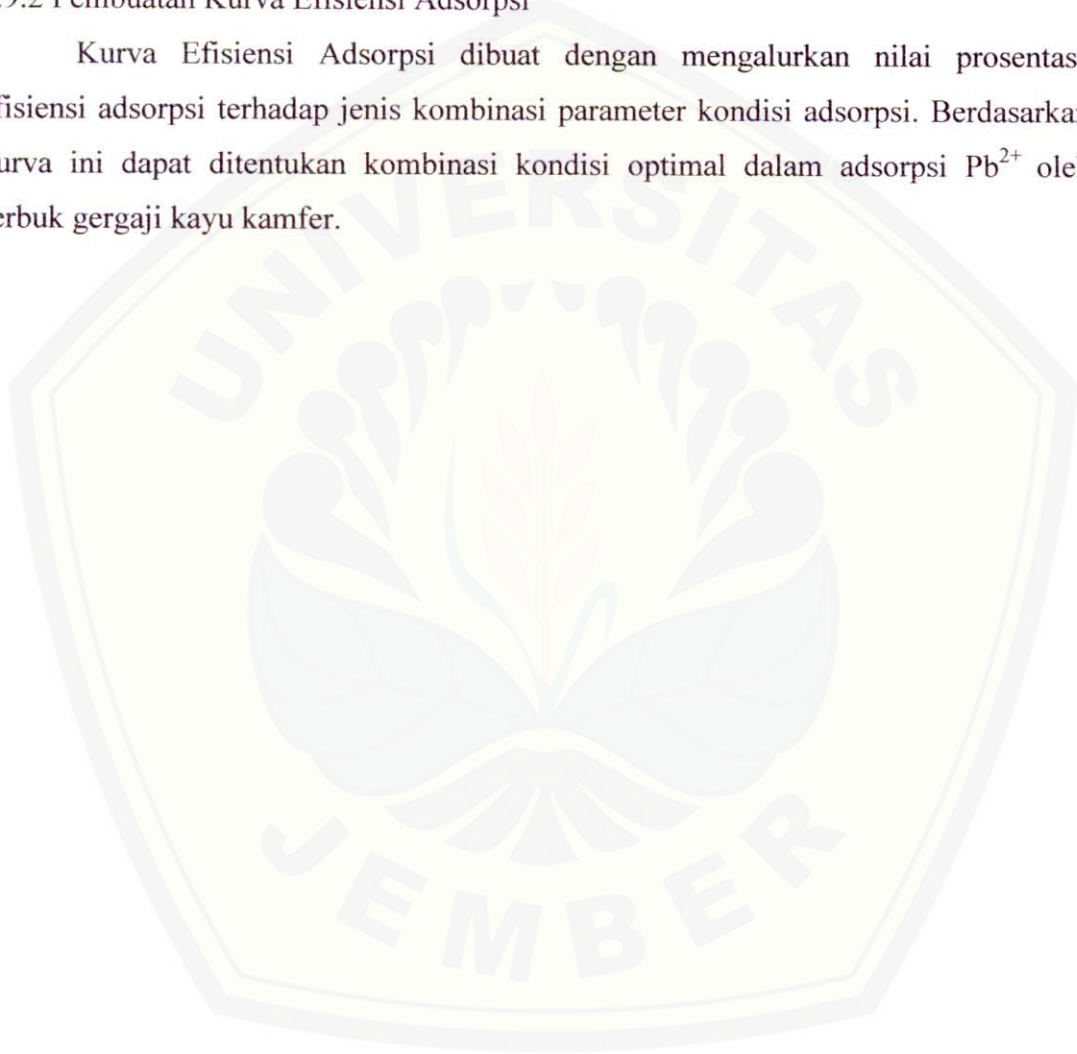
Keterangan :

C_0 = konsentrasi ion logam awal

C = konsentrasi ion logam akhir (sisa adsorpsi)

3.9.2 Pembuatan Kurva Efisiensi Adsorpsi

Kurva Efisiensi Adsorpsi dibuat dengan mengalurkan nilai prosentase efisiensi adsorpsi terhadap jenis kombinasi parameter kondisi adsorpsi. Berdasarkan kurva ini dapat ditentukan kombinasi kondisi optimal dalam adsorpsi Pb^{2+} oleh serbuk gergaji kayu kamfer.





BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini, diperoleh kesimpulan bahwa:

1. Serbuk gergaji kayu kamfer (*Cinnamomum camphora*) dapat digunakan sebagai adsorben ion logam Pb^{2+} dalam sampel air karena dapat mengurangi kadar Pb dalam sampel air hingga lebih dari 95%.
2. Kombinasi variasi parameter ukuran partikel adsorben, laju alir, dan panjang kolom tidak terlalu berpengaruh terhadap efisiensi adsorpsi Pb^{2+} dalam sampel air, karena selisih besarnya efisiensi adsorpsi tidak terlalu jauh di antara kedelapan jenis kombinasi.
3. Efisiensi adsorpsi terbesar dimiliki oleh kombinasi 2, yaitu 98,29% dan efisiensi adsorpsi terkecil dimiliki oleh kombinasi 7, yaitu 95,31%.
4. pH larutan sampel akhir secara umum mengalami perubahan, hal ini membuktikan bahwa terjadi reaksi kimia pada proses adsorpsi ion Pb^{2+} oleh serbuk gergaji kayu kamfer.
5. Lama pengaliran larutan uji Pb^{2+} dapat mempengaruhi kejenuhan adsorben, hal ini dapat dilihat dengan semakin meningkatnya konsentrasi akhir dari larutan uji Pb^{2+} yang dilewatkan serbuk gergaji kayu kamfer.

5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya dilakukan dengan:

1. Variasi parameter penentu efisiensi adsorpsi yang lebih beragam.
2. Perbaikan desain alat yang ada.
3. Pengamatan terhadap ion logam berat yang lain.
4. Percobaan dilakukan terhadap sampel yang ada di lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnan, Mochamad. 1997. *Teknik Kromatografi untuk Analisis Bahan Makanan*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Amdiyah. 2004. *Studi Adsorpsi Ion Tembaga (II) oleh Zeolit dari Malang Hasil Aktivasi*. Skripsi. Jember: Universitas Jember.
- Anonim. 1992. *McGraw-Hill Encyclopedia of Science and Technology*, 7th ed, Vol. 9. McGraw-Hill, Inc, USA.
- Anonim. 1992. *McGraw-Hill Encyclopedia of Science and Technology*, 7th ed, Vol. 10. McGraw-Hill, Inc, USA.
- Barliany. 2005. *Studi Adsorpsi Ion Cu (II) oleh Serbuk Gergaji Kayu Jati (Tectona grandis)*. Skripsi. Jember: Universitas Jember.
- Bernasconi, G., dkk. 1992. *Teknologi Kimia, bag. 2*, diterjemahkan oleh Lienda Handojo, dari Chemische Technologie. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Chistian, D. G. 1994. *Analytical Chemistry*. New York: John Willey and Sons Inc.
- Connel, D.W. and Miller, G. J. 1995. *Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran*. Jakarta: UI Press.
- Darmono. 1995. *Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. Jakarta: UI-Press.
- Darsono, V. 1995. *Pengantar Ilmu Lingkungan*. Jogjakarta: Atma Jaya.
- Eaton, R.A. and Hale, M.D.C. 1993. *Wood: Decay, Pest, and Protection*. Cambridge: Hapman & Hall.
- Fengel, D. dan Wegener, G. 1995. *Kayu: Kimia, Ultrastruktur, Reaksi-reaksi*, diterjemahkan oleh Dr. Hardjono Sastrohamidjojo, dari Wood: Chemistry, Ultrastructure, Reaction. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Fourest, E. and Roux, J.C. 1992. "Heavy Metal Biosorption by Fungal Mycelial by Products Mechanism and Influence of pH". *Applied Microbial Biotechnol.*

- Gritter, R.J., dkk. 1991. *Pengantar Kromatografi, edisi kedua*, diterjemahkan oleh Kosasih Padmawinata, dari *Introduction of Chromatography*. Bandung: Penerbit ITB.
- Harrison, R.M. and de Mora, S.J. 1996. *Introductory Chemistry for the Environmental Sciences, 2nd ed.* Cambridge: Cambridge University Press.
- Hendayana, S. 1994. *Kimia Analitik Instrumen*. Semarang: IKIP Semarang Press.
- Karimah, A. 2003. *Profil Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Seng (Zn) dalam Cangkang Kupang Beras (Tellina versicolor)*. Jember: Unej.
- Kennedy, J.H. 1990. *Analytical Chemistry: Principles, 2nd edition*. USA: Sounders College Publishing.
- Khopkar, S.M. 1990. *Konsep Dasar Kimia Analitik*, diterjemahkan oleh A. Saptorahardjo, dari *Basic Concepts of Analytical Chemistry*. Jakarta: UI-Press.
- Lenntech Water Treatment and Air Purification. 2005. *Lead-Pb*. [on line]. [Http://www.lenntech.com/Periodic-chat-elements/Pb-en.htm](http://www.lenntech.com/Periodic-chat-elements/Pb-en.htm).
- Lide, D.R. 2004. *CRC Handbook of Chemistry and Physics, 85th Edition*. New York : CRC Press LLC.
- Lopez. 1997. "Sorpsion of Heavy Metal on Blast Furnace Sludge". *Environ. Technol.*
- Low, K.S., Lee, C.K., Wong, S.L. 1995. "Effect of Dye Modification on The Sorpsion of Cooper by Coconut Husk". *Environ. Technol.*
- Low, K.S. 1996. "Sorpsion of Tryvalen Chromium from Tannery Waste by Moss" *Environ. Technol.*
- Menayang, D.S. 2006. *Studi Aktivitas Serbuk Gergaji Kayu Pinus (Pinus Perkusii) Sebagai Adsorben Ion Timbal (II) Dalam Sampel Air*. Skripsi. Jember: Universitas Jember.
- Munaf, E. and Zein, R. 1997. "The Use of Rice Husk for Removal of Toxic Metal from waste Water". *Environ. Technol.*
- Newton. 1995. "2-Mercapto Benzothiazole Clay as matrix for Sorpsion and Preconcentration of Some Heavy Metals from Aqueous Solution". *Anal. Chem.*

- Othmer, K. 1963. *Encyclopedia of Chemical Technology*, Vol.1. New York: John Wiley & Sons Inc.
- Palar, H. 1994. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Prawita, Amirudin. 2001. Kemampuan Serbuk Kayu Kamfer sebagai Penjerap Cemaran Logam Berat Timbal. *Majalah Iptek* Vol. 12, No. 2, Mei 2001, hal. 88-95.
- Resosoedarmo. 1992. *Pengantar Ekologi*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Sjostrom, E. 1995. *Kimia Kayu: Dasar-dasar dan Penggunaan, edisi kedua*, diterjemahkan oleh Dr. Hardjonosastrohamidjojo, dari Wood Chemistry, Fundamentals, and Applications, 2nd ed. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- Skoog, A.G. 1991. *Fundamentals of Analytical Chemistry, 7th Edition*. America: Sounders College Publishing
- Soekardjo. 1985. *Kimia Fisika*. Yogyakarta: PT. Bina Aksara.
- Soeriatmaja, R.E. 1997. *Ilmu Lingkungan*. Bandung: Penerbit ITB.
- Sudjadi. 1988. *Metode Pemisahan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Sulistia, G.G. 1995. *Farmakologi dan Terapi, Edisi 4*. Jakarta: Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.
- Surdia, N.M. 1993. *Ikatan dan Struktur Atom*. Bandung: Penerbit ITB.
- Stoeppler, M. 1992. *Hazardous Metals in The Environment*. Netherlands: Elsevier Science Publisher B.V.
- Svehla, G. 1999. *Vogel, Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro, Edisi 5*. Jakarta: PT, Kalman Media Pusaka.
- Tampubolon, B. dan Sitorus, H. 2001. Penggunaan Enceng Gondok untuk Mereduksi Kadar Logam Berat Krom pada Limbah Industri Kulit. *Jurnal VISI* Vol 9, No 1, hal 44-49.
- Undang-Undang Republik Indonesia. 1984. *Ketentuan-ketentuan Pokok Pengelolaan Lingkungan Hidup*.

Van Loon, C.J. 1985. *Selected Methodes of Traces Metal Analysis Biological and Environment Samples*, Vol. 80. Octario: John Willey and Sons Inc.

Zaenuddin, dkk. 1988. *Kursus Instrumental Atomic Absorption Spectrofotometer (Paket A)*. Surabaya: Fakultas Farmasi Unair.



LAMPIRAN-LAMPIRAN

A. Perhitungan massa $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ dalam pembuatan larutan baku Pb^{2+} 100 ppm sebanyak 1 L.

$$\text{Mr Pb}(\text{NO}_3)_2 = 331,21$$

$$\text{Ar Pb} = 207,19$$

Massa $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ yang diperlukan =

$$\frac{\text{Ar Pb}}{\text{Mr Pb}(\text{NO}_3)_2} \times m \text{ Pb}(\text{NO}_3)_2 = 100 \text{ mg/L}$$

$$\frac{207,19}{331,21} \times m \text{ Pb}(\text{NO}_3)_2 = 100 \text{ mg}$$

$$m \text{ Pb}(\text{NO}_3)_2 = \frac{100 \text{ mg}}{0,6256} = 159,8581 \text{ mg}$$

$$= 0,1599 \text{ g}$$

B. Pembuatan Larutan Buffer pH 6

250 mL KH_2PO_4 0,2 M + 28,2 mL NaOH 0,2 M

- Banyaknya KH_2PO_4 yang dibutuhkan dalam membuat 250 mL KH_2PO_4 0,2 M

$$M = \text{mol/L} \quad 0,2 \text{ M} = \frac{\text{mol}}{0,250 \text{ L}}$$

$$\text{jumlah mol} = 0,2 \text{ mol/L} \times 0,250 \text{ L}$$

$$= 0,05 \text{ mol}$$

$$\text{mol} = \frac{m}{\text{Mr KH}_2\text{PO}_4}$$

$$0,05 \text{ mol} = \frac{m}{136,09 \text{ g/mol}}$$

$$m = 0,05 \text{ mol} \times 136,09 \text{ g/mol}$$

$$= 6,8045 \text{ g}$$

- Banyaknya NaOH yang dibutuhkan dalam membuat 50 mL NaOH 0,2 M

$$M = \text{mol/L} \quad 0,2 \text{ M} = \frac{\text{mol}}{0,050 \text{ L}}$$

$$\text{jumlah mol} = 0,2 \text{ mol/L} \times 0,050 \text{ L}$$

$$= 0,01 \text{ mol}$$

$$\text{mol} = \frac{m}{\text{Mr NaOH}}$$

$$0,01 \text{ mol} = \frac{m}{40 \text{ g/mol}}$$

$$m = 0,01 \text{ mol} \times 40 \text{ g/mol}$$

$$= 0,4 \text{ g}$$

C. Absorban Larutan Standar

Konsentrasi larutan standar (ppm)	Absorban
Blanko	0,0000
5	0,0165
10	0,0325
15	0,0564
20	0,0736
25	0,0893

D. Absorban Larutan Sampel Akhir Timbal (Pb^{2+})

Kombinasi	Absorban pada pengulangan ke			
	1	2	3	Rata-rata
$d_1V_5\ell_4$	0,003178	0,003369	0,003084	0,003210
$d_1V_5\ell_8$	0,000763	0,000921	0,000846	0,000843
$d_1V_{10}\ell_4$	0,003696	0,003872	0,004011	0,003860
$d_1V_{10}\ell_8$	0,001986	0,002064	0,001842	0,001964
$d_2V_5\ell_4$	0,005613	0,005501	0,005398	0,005504
$d_2V_5\ell_8$	0,002608	0,002499	0,002571	0,002559
$d_2V_{10}\ell_4$	0,006297	0,006406	0,006521	0,006408
$d_2V_{10}\ell_8$	0,004508	0,004597	0,004672	0,004592

E. Absorban Rata-rata dan Konsentrasi Akhir Larutan Sampel

Kombinasi	Absorban rata-rata	Konsentrasi Akhir (C) (ppm)
$d_1V_5\ell_4$	0,003210	1,49056
$d_1V_5\ell_8$	0,000843	0,85668
$d_1V_{10}\ell_4$	0,003860	1,66463
$d_1V_{10}\ell_8$	0,001964	1,15688
$d_2V_5\ell_4$	0,005504	2,10490
$d_2V_5\ell_8$	0,002559	1,31623
$d_2V_{10}\ell_4$	0,006408	2,34699
$d_2V_{10}\ell_8$	0,004592	1,86066

F. Perhitungan Efisiensi Adsorpsi

$$\text{Efisiensi Adsorpsi} = ((C_0 - C) / C_0) \times 100\%$$

Contoh : Kombinasi 1

Konsentrasi akhir (C) = 1,49056 ppm

Maka konsentrasi teradsorp adalah $C_0 - C = (50 - 1,49056) \text{ ppm} = 48,50944 \text{ ppm}$

Effisiensi Adsorpsi = $(48,50944/50) \times 100\% = 97,02\%$

G. Efisiensi Adsorpsi

Kombinasi	Konsentrasi Akhir (C) (ppm)	Konsentrasi Teradsorp (C ₀ -C) (ppm)	Effisiensi Adsorpsi (%)
d ₁ V ₅ ℓ ₄	1,49056	48,50944	97,02
d ₁ V ₅ ℓ ₈	0,85668	49,14332	98,29
d ₁ V ₁₀ ℓ ₄	1,66463	48,33537	96,67
d ₁ V ₁₀ ℓ ₈	1,15688	48,84312	97,69
d ₂ V ₅ ℓ ₄	2,10490	47,89510	95,75
d ₂ V ₅ ℓ ₈	1,31623	48,68377	97,36
d ₂ V ₁₀ ℓ ₄	2,34699	47,65301	95,31
d ₂ V ₁₀ ℓ ₈	1,86066	48,13934	96,28

H. Besar pH Larutan Akhir dan Besar Perubahannya

Kombinasi	pH Akhir				Perubahan pH
	1	2	3	Rata-rata	
d ₁ V ₅ ℓ ₄	5,58	5,55	5,54	5,56	0,44
d ₁ V ₅ ℓ ₈	5,36	5,33	5,34	5,34	0,66
d ₁ V ₁₀ ℓ ₄	5,61	5,59	5,57	5,59	0,41
d ₁ V ₁₀ ℓ ₈	5,40	5,43	5,41	5,41	0,59
d ₂ V ₅ ℓ ₄	5,78	5,80	5,81	5,80	0,20
d ₂ V ₅ ℓ ₈	5,45	5,49	5,46	5,47	0,53
d ₂ V ₁₀ ℓ ₄	5,88	5,86	5,85	5,86	0,14
d ₂ V ₁₀ ℓ ₈	5,71	5,73	5,71	5,72	0,28

I. Absorban Larutan Sampel Akhir Timbal (Pb²⁺) dari Kombinasi Terbaik

Lama Pengaliran (jam)	Absorban pada pengulangan ke			
	1	2	3	Rata-rata
1	0,001572	0,001628	0,001541	0,001581
1,5	0,002591	0,002548	0,002617	0,002585
2	0,003843	0,003792	0,003826	0,003820
2,5	0,005924	0,005973	0,005902	0,005933
3	0,009861	0,009836	0,009905	0,009867
4	0,023694	0,023749	0,023641	0,023695
5	0,051319	0,051362	0,051289	0,051323

J. Absorban Rata-rata dan Konsentrasi Akhir Larutan Sampel dari Kombinasi Terbaik

Lama Pengaliran (jam)	Absorban rata-rata	Konsentrasi Akhir (C) (ppm)
1	0,001581	1,05432
1,5	0,002585	1,32319
2	0,003820	1,65553
2,5	0,005933	2,21978
3	0,009867	3,27331
4	0,023695	6,97645
5	0,051323	14,3752

