



LAPORAN PENELITIAN  
DIK SUPLEMEN UNIVERSITAS AIRLANGGA  
TAHUN ANGGARAN 1999/2000

- 1 FEB 2004

**PAMERAN**

**PEMANFAATAN LIMBAH SERBUK KAYU MERANTI (Shoera spp)  
UNTUK ELIMINASI CEMARAN LOGAM BERAT BERACUN  
TIMBAL (Pb)**

MILIK  
PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITAS AIRLANGGA  
SURABAYA

Peneliti :

**RIESTA PRIMAHARINASTITI, S.Si.  
Dr. AMIRUDIN PRAWITA, Apt.**

12/04  
18  
Apt

**LEMBAGA PENELITIAN UNIVERSITAS AIRLANGGA**

Dibiayai oleh : Dana DIK Suplemen Universitas Airlangga  
SK Rektor Nomor : 9171/J03/PG/1999  
Tanggal 23 September 1999  
Nomor urut : 14

**FAKULTAS FARMASI  
UNIVERSITAS AIRLANGGA**

Februari, 2000

3000071013141

IR - Perpustakaan Universitas Airlangga

ENVIRONMENTAL CHEMISTRY



LAPORAN PENELITIAN  
DIK SUPLEMEN UNIVERSITAS AIRLANGGA  
TAHUN ANGGARAN 1999/2000

KKB  
KK - 2B  
577.34  
Pri  
P

**PEMANFAATAN LIMBAH SERBUK KAYU MERANTI (Shoera spp)  
UNTUK ELIMINASI CEMARAN LOGAM BERAT BERACUN  
TIMBAL (Pb).**



Peneliti :

**RIESTA PRIMAHARINASTITI, S.Si.  
Dr. AMIRUDIN PRAWITA, Apt.**



\*007101141\*

**LEMBAGA PENELITIAN UNIVERSITAS AIRLANGGA**

Dibiayai oleh : Dana DIK Suplemen Universitas Airlangga  
SK Rektor Nomor : 9171/J03/PG/1999  
Tanggal 23 September 1999  
Nomor urut : 14

3000071013141

**FAKULTAS FARMASI  
UNIVERSITAS AIRLANGGA**

Februari, 2000



## LEMBAGA PENELITIAN

- |                                      |                                       |                                 |
|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|
| 1. Puslit Pembangunan Regional.      | 5. Puslit Pengembangan Gizi (5995720) | 9. Puslit Kependudukan dan      |
| 2. Puslit Obat Tradisional           | 6. Puslit/Studi Wanita (5995722)      | Pembangunan (5995719)           |
| 3. Puslit Pengembangan Hukum         | 7. Puslit Olahraga                    | 10. Puslit/Kesehatan Reproduksi |
| 4. Puslit Lingkungan Hidup (5995718) | 8. Puslit Bioenergi                   |                                 |

Kampus C Unair, Jl. Mulyorejo Surabaya 60115 Telp. (031) 5995246, 5995248, 5995247 Fax. (031) 5995346  
E-mail: lpunair@rad.net.id - http://www.geocities.com/Athens/Olympus/6223

IDENTITAS DAN PENGESAHAN  
LAPORAN AKHIR HASIL PENELITIAN

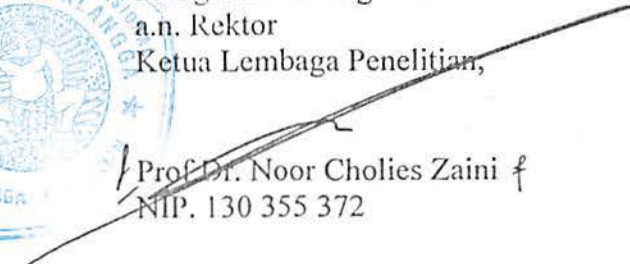
1. a. Judul Penelitian : Pemanfaatan Limbah Serbuk Kayu Meranti (*Shorea spp*) untuk Eliminasi Cemaran Logam Berat Beracun Timbal (Pb)
- b. Macam Penelitian :  Fundamental,  Terapan,  Pengembangan ,
- c. Katagori Penelitian :  I  II  III
2. Kepala Proyek Penelitian
- a. Nama Lengkap dan Gelar : Riesta Primaharinastiti, S.Si.
- b. Jenis Kelamin : W a n i t a
- c. Pangkat/Golongan dan NIP: Penata Muda (Gol. III/a) 132 170 739
- d. Jabatan Sekarang : Staf Pengajar
- e. Fakultas/Puslit/Jurusan : Farmasi/Kimia Farmasi
- f. Univ./Inst. /Akademi : Universitas Airlangga
- g. Bidang Ilmu Yang Diteliti : Ilmu Kimia Lingkungan dan Ilmu Kimia Analitik
3. Jumlah Tim Peneliti : 2 (dua) orang
4. Lokasi Penelitian : Lab. Analisis Farmasi Fak. Farmasi Unair
5. Kerjasama dengan Instansi Lain
- a. Nama Instansi : -
- b. A l a m a t : -
6. Jangka Waktu Penelitian : 5 (lima) bulan
7. Biaya Yang Diperlukan : 3.000.000,00
8. Seminar Hasil Penelitian
- a. Dilaksanakan Tanggal : 2 Mei 2000
- b. Hasil Penelitian :  Baik Sekali  Baik  
 Sedang  Kurang

Surabaya, 2 Mei 2000

Mengetahui/Mengesahkan :

a.n. Rektor

Ketua Lembaga Penelitian,



Prof. Dr. Noor Cholies Zaini  
NIP. 130 355 372

**RINGKASAN****PEMANFAATAN LIMBAH SERBUK KAYU MERANTI (*Shorea spp*)  
UNTUK ELIMINASI CEMARAN LOGAM BERAT BERACUN TIMBAL  
(Pb) (Riesta Primaharinastiti, Amirudin Prawita, 41 halaman)**

Dengan semakin pesatnya perkembangan dan pembangunan di bidang industri, dampak negatif yang menyertainya yaitu pencemaran lingkungan pun semakin besar. Termasuk di dalamnya adalah pencemaran logam berat timbal (Pb) yang memerlukan upaya penanganan segera. Salah satu bentuk upaya dalam penanganan pencemaran logam berat pada bahan baku air minum adalah dengan menurunkan kadar logam beratnya dengan berbagai macam cara. Penelitian ini dilakukan untuk menjawab permasalahan sebagai berikut : apakah serbuk kayu Meranti (*Shorea spp*) dapat digunakan untuk menurunkan kadar logam berat Pb dalam larutan dan apakah perbedaan konsentrasi serbuk kayu Meranti dalam larutan berpengaruh pada daya jerapnya. Penurunan kadar logam berat dapat dilakukan melalui proses adsorpsi atau dengan cara pembentukan ikatan kompleks antara selulosa dengan logam berat. Berdasarkan kandungan utama kayu yaitu serat-serat selulosa dan struktur anatomi kayu yang porous (berpori), maka kayu dapat digunakan sebagai penyerap logam berat dalam air.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan ada/tidaknya kemampuan serbuk kayu meranti (*Shorea spp*) dalam menyerap logam berat Pb dalam larutan dan menentukan pula berat serbuk kayu yang dapat menyerap logam berat Pb dalam larutan secara

optimal. Sedangkan manfaat dari penelitian ini adalah diperolehnya alternatif pemecahan masalah dalam penanggulangan pencemaran logam berat Pb dalam air yang digunakan sebagai bahan baku air minum, di mana pengukuran kadar logam berat Pb ini dilakukan dengan metode Spektroskopi Absorpsi Atom.

Untuk mengetahui jumlah logam berat Pb yang terjerap oleh serbuk kayu Meranti (*Shorea spp*) dapat dilakukan dengan mengukur kadar logam berat Pb tersebut pada larutan sisa hasil pengadukan (logam berat Pb yang tidak terjerap) dengan SAA pada panjang gelombang 217 nm dengan sumber radiasi lampu katode berongga Pb.

Pembuktian adanya proses adsorpsi dilakukan dengan adanya beberapa komponen pengukuran yaitu waktu pengadukan optimal, berat serbuk kayu Meranti optimal yang dibutuhkan, dan jumlah pelepasan kembali logam berat dari serbuk kayu Meranti. Prosedur penetapan kadar logam berat Pb adalah sebagai berikut: sejumlah serbuk kayu dalam gelas beker ditambah dengan larutan logam berat Pb dengan kadar tertentu sebanyak 50,0 ml kemudian diaduk dengan magnetik stirer selama waktu tertentu dan disaring dengan kertas saring Whatman 42, filtrat yang diperoleh dikur dengan SAA. Hasil penelitian yang diperoleh adalah sebagai berikut: waktu pengadukan optimal yaitu selama 2 jam dengan kemampuan serbuk kayu Meranti menjerap logam berat Pb sebanyak 9,837%. Jumlah serbuk kayu Meranti yang dibutuhkan untuk menjerap logam berat secara optimal adalah sebanyak 20% b/v, dengan kemampuan daya jerap sebesar 13,581%. Dilakukan pula percobaan untuk mengetahui adanya perbedaan daya jerap kayu Meranti yang telah dicuci terlebih dahulu dengan eter untuk menghilangkan lapisan lemak di permukaan serbuk kayu. Hasilnya menunjukkan adanya peningkatan kemampuan daya jerap serbuk kayu Meranti terhadap logam berat Pb menjadi 18,244%. Dan untuk membuktikan adanya

proses adsorpsi maka dilakukan percobaan untuk mengetahui jumlah logam berat Pb yang dilepaskan kembali dari serbuk kayu Meranti. Dari 18,244 % logam berat Pb yang terjerap ternyata hanya 11,517 atau 63,128% dari yang terjerap.

Berdasarkan hasil penelitian tersebut di atas disarankan untuk dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui kemampuan serbuk kayu Meranti (*Shorea spp*) dalam menjerap logam berat-logam berat yang lain serta upaya-upaya untuk meningkatkan kemampuan daya jerapnya. Serbuk kayu Meranti (*Shorea spp*) digunakan dalam usaha penurunan kadar logam berat Pb, terutama untuk mengatasi masalah pencemaran logam berat Pb dalam berbagai jenis air, termasuk dalam pengolahan bahan baku air minum.

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Alloh SWT yang telah memberikan karunia dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik.

Penelitian dengan judul : **PEMANFAATAN LIMBAH SERBUK KAYU MERANTI (*Shorea spp*) UNTUK ELIMINASI CEMARAN LOGAM BERAT BERACUN TIMBAL (Pb)**, ini dilakukan sebagai upaya untuk mendapatkan suatu bahan untuk mengatasi adanya pencemaran logam berat beracun timbal dalam larutan, seperti misalnya pada bahan baku air minum. Serbuk kayu Meranti merupakan limbah yang banyak terbuang dari industri kayu yang tidak bermanfaat. Dengan kemampuannya untuk menjerap logam berat maka dapat meningkatkan nilai ekonomisnya pula.

Dalam kesempatan ini penulisa mengucapkan beribu terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Noor Cholies Zaini, selaku pimpinan Lembaga Penelitian UNAIR.
2. Dr. H. Fasich, Dekan Fakultas Farmasi UNAIR.
3. Drs. H. Achmad Inoni, selaku Kepala Laboratorium Analisis Farmasi yang telah memberikan dukungan dan fasilitas dalam pelaksanaan penelitian ini.
4. Seluruh karyawan Laboratorium Analisis Farmasi, yang telah membantu pelaksanaan penelitian.

Dan semua pihak yang telah membantu sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.



Tak lupa pula penulis mohon maaf yang sebesar-besarnya karena tentunya penelitian ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu mohon saran dan kritik dari pembaca.

Akhirnya semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi kita.

**PENULIS**

## DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN .....	i
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR TABEL .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	x
<b>BAB</b>	
<b>I. PENDAHULUAN</b>	
1. Latar Belakang .....	1
2. Rumusan Masalah .....	4
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
1. Tinjauan Tentang Spektrofotometri Serapan Atom .....	5
2. Tinjauan Tentang Logam Berat Timbal (Pb).....	10
3. Tinjauan Tentang Kayu .....	12
4. Tinjauan Tentang Adsorpsi .....	14
<b>III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN .....</b>	<b>16</b>
<b>IV. METODE PENELITIAN</b>	
1. Alat dan Bahan .....	17
2. Tahapan Analisis .....	18
2.1. Pembuatan larutan HNO <sub>3</sub> 1% v/v .....	18
2.2. Pembuatan larutan induk Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .....	18
2.3. Pembuatan larutan baku untuk Kurva Baku .....	18

2.4. Pembuatan larutan baku kerja .....	20
2.5. Penentuan waktu pengadukan optimal penjerapan logam berat Pb .....	20
2.6. Penentuan persen optimal penambahan serbuk kayu Meranti dalam penjerapan logam berat Pb.....	21
2.7. Penentuan penjerapan logam berat Pb oleh serbuk kayu Meranti yang dicuci dengan eter.....	21
2.8. Penentuan pelepasan kembali logam berat Pb yang dari Serbuk kayu Meranti .....	22
 3. Analisis Data .....	 22
 <b>V HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
1. Penentuan waktu pengadukan optimal penjerapan logam berat Pb .....	23
2. Penentuan persen serbuk kayu Meranti (%) optimal dalam penjerapan logam berat Pb .....	29
3. Penentuan penjerapan Pb oleh serbuk kayu Meranti ( <i>Shorea spp</i> ) 20% b/v yang dicuci dengan eter.....	34
4. Penentuan pelepasan kembali logam berat Pb yang terjerap dalam serbuk kayu Meranti 20% b/v .....	36
 <b>VI. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	 <b>40</b>
 <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	 <b>42</b>
 <b>LAMPIRAN .....</b>	 <b>44</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
1a	Jumlah logam berat Pb yang terjerap setelah diaduk dengan magnetik stirer selama 1 jam .....	24
1b	Jumlah logam berat Pb yang terjerap setelah diaduk dengan magnetik stirer selama 2 jam .....	24
1c	Jumlah logam berat Pb yang terjerap setelah diaduk dengan magnetik stirer selama 3 jam .....	25
1d	Jumlah logam berat Pb yang terjerap setelah diaduk dengan magnetik stirer selama 1,2, dan 3 jam .....	25
2a	Jumlah logam berat Pb yang terjerap oleh serbuk gergaji kayu Meranti 14% .....	29
2b	Jumlah logam berat Pb yang terjerap oleh serbuk gergaji kayu Meranti 18% .....	30
2c	Jumlah logam berat Pb yang terjerap oleh serbuk gergaji kayu Meranti 20% .....	30
2d	Jumlah logam berat Pb yang terjerap oleh serbuk gergaji kayu Meranti 14, 18, dan 20% .....	31
3	Jumlah logam berat Pb yang terjerap oleh serbuk kayu Meranti 20% yang telah dicuci dengan eter.....	35
4a	Jumlah logam berat Pb yang terlepas kembali dari serbuk kayu Meranti 20% .....	37
4b	Jumlah logam berat Pb yang terjerap dan yang terlepas kembali dari serbuk kayu Meranti 20% .....	37

## DAFTAR GAMBAR

Gambar		Halaman
1	Kurva waktu pengadukan optimal.....	28
2	Kurva penambahan serbuk gergaji kayu Meranti optimal .....	34



**B A B I**  
**P E N D A H U L U A N**



**1. Latar Belakang**

Dengan semakin pesatnya perkembangan dan pembangunan di bidang industri, dampak negatif yang menyertainya yaitu pencemaran lingkungan pun semakin besar. Termasuk di dalamnya adalah pencemaran logam berat karena adanya penambangan, penambahan Pb-tetra etil pada bahan bakar bensin, peningkatan penggunaan logam dalam berbagai industri, serta adanya limbah industri yang mengandung logam berat yang menjadi penyebab utama terjadinya keracunan logam berat dalam kehidupan masyarakat.

Air merupakan zat yang penting bagi kehidupan semua makhluk hidup di dunia, karena merupakan salah satu kebutuhan dasar. Pencemaran air, khususnya air minum, oleh logam-logam berat akan membahayakan kehidupan. Berbagai macam kasus pencemaran logam berat telah dilaporkan baik di negara maju maupun di negara berkembang beserta dengan dampak buruknya. Namun dengan perkembangan peradaban dan jumlah penduduk dunia yang menambah aktivitas kehidupan, maka mau tidak mau pengotoran dan pencemaran air pun semakin bertambah ( C. Totok S, 1996)

Pada air tawar yang biasanya mengalir dari sungai, logam yang terkandung di dalamnya berasal dari buangan air limbah, erosi dan udara secara langsung. Air tawar biasanya mengandung material organik dan anorganik yang lebih banyak dari pada air laut, di mana material tersebut mampu mengabsorpsi logam sehingga pencemaran air tawar lebih mudah terjadi. Pada air laut kontaminasi logam bisa terjadi secara langsung oleh atmosfer atau karena tumpahan minyak dari kapal tanker yang melewatinya. Sedangkan daerah di sekitar pantai kontaminasi logam kebanyakan berasal dari mulut sungai yang terkontaminasi oleh limbah buangan industri atau pertambangan. (Darmono, 1995).

Penyediaan air bersih bagi masyarakat masih banyak menggunakan air sungai sebagai bahan baku. Karenanya dalam usaha mengatasi pencemaran air oleh logam berat, dilakukan usaha untuk menurunkan kadar logam berat tersebut. Penurunan kadar logam berat dapat dilakukan melalui proses adsorpsi atau pembentukan ikatan kompleks antara selulosa dengan logam berat. Dari hasil penelitian Juni Ekowati diperoleh data bahwa  $\alpha$ -selulosa jerami padi dapat menyerap logam berat Pb dan Cd dengan proses xantasi (Juni E, 1997). Berdasarkan kandungan utama kayu yang berupa serat-serat selulosa dan struktur anatomi kayu yang porous/berpori (Fengel D, 1995),

diharapkan kayu dapat digunakan sebagai penyerap logam berat dalam air. Untuk kepentingan ini dapat digunakan serbuk gergaji kayu yang merupakan limbah dari industri kayu. Penggunaan serbuk gergaji kayu memiliki dua keuntungan, yaitu pertama akan meningkatkan luas permukaan kontak, dan yang kedua meningkatkan pula nilai ekonomisnya dari produk sisa yang tidak berguna menjadi suatu bahan yang bermanfaat dalam pengolahan bahan baku air minum. Hal ini didukung oleh hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Anny Lathifah yaitu serbuk gergaji kayu Jati dan Keruing memiliki daya jerap yang dapat digunakan untuk menurunkan kadar logam berat Cd dalam larutan. (Anny L, 1998)

Timbal (Pb) merupakan logam berat yang banyak dihasilkan oleh buangan industri cat, kertas, baterai, kulit, dan keramik. Pb ditetapkan oleh WHO sebagai salah satu dari enam jenis bahan pencemar yang penting untuk diteliti karena sifatnya yang toksik, karsinogenik, dan dapat terakumulasi di dalam tubuh manusia, seperti tulang dan ginjal. Keracunan logam berat Pb dapat menyebabkan gangguan sel-sel tubuh dan merusak fungsi-fungsi organ seperti ginjal, paralisa susunan saraf pusat bahkan dapat melewati plasenta dan masuk ke dalam sistem peredaran darah janin. (WHO, 1972)

Proses masuknya logam berat Pb ke dalam tubuh manusia dapat melalui makanan/minuman, udara, dan perembesan/penetrasi pada selaput atau lapisan kulit. Dari jumlah yang terserap, hanya 15% yang akan mengendap di dalam jaringan tubuh, sisanya terbuang bersama sisa metabolisme (urin dan feses). Kadar maksimum yang dapat ditolerir dalam tubuh adalah  $\pm 0,3-0,4$  mg/hari. (Goodman and Gilman, 1980)

Menurut Departemen Kesehatan RI konsentrasi standar maksimum yang diperbolehkan untuk timbal dalam air minum adalah sebesar 0,1 mg/l, sedangkan menurut WHO 0,05 mg/l. Harjana dalam penelitiannya memperoleh hasil bahwa kadar logam berat, antara lain Pb, dalam kangkung yang dialiri oleh sungai Kali Mas melampaui batas kadar kualitas baku untuk bahan mentah air minum, sehingga perlu untuk segera ditindak lanjuti. (Harjana, 1982)

## **2. Rumusan Masalah**

Yang menjadi masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Apakah serbuk kayu Meranti (*Shorea spp*) dapat digunakan untuk menurunkan kadar logam berat Pb dalam larutan ?
2. Apakah perbedaan konsentrasi serbuk kayu Meranti dalam larutan berpengaruh pada daya serapnya?

## **B A B II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **1. Tinjauan Tentang Spektrofotometri Absorpsi Atom (SAA)**

Spektrofotometri Absorpsi Atom adalah salah satu bentuk spektrofotometri yang sangat berguna sekali untuk analisis kuantitatif logam-logam berat dalam jumlah renik (*traces*), karena alat ini sangat peka untuk analisis logam dalam kadar kecil (kurang dari 1µg/ml). Selain itu pelaksanaannya relatif mudah dan dapat digunakan untuk analisis logam dalam campuran dengan unsur-unsur logam yang lain secara spesifik tanpa diperlukan pemisahan terlebih dahulu. (M. Zainudin, 1982)

Prinsip pengukuran metode SAA adalah adanya energi radiasi yang sesuai yang diabsorpsi oleh atom netral bentuk gas dari sampel yang mengalami eksitasi elektron. Sebagai sumber radiasi digunakan lampu katode berongga (Hollow Cathode Lamp) yang spesifik untuk mengukur satu jenis logam saja. Hal inilah yang merupakan keunggulan metode SAA dibandingkan dengan metode lain. (Metcalf, 1991)

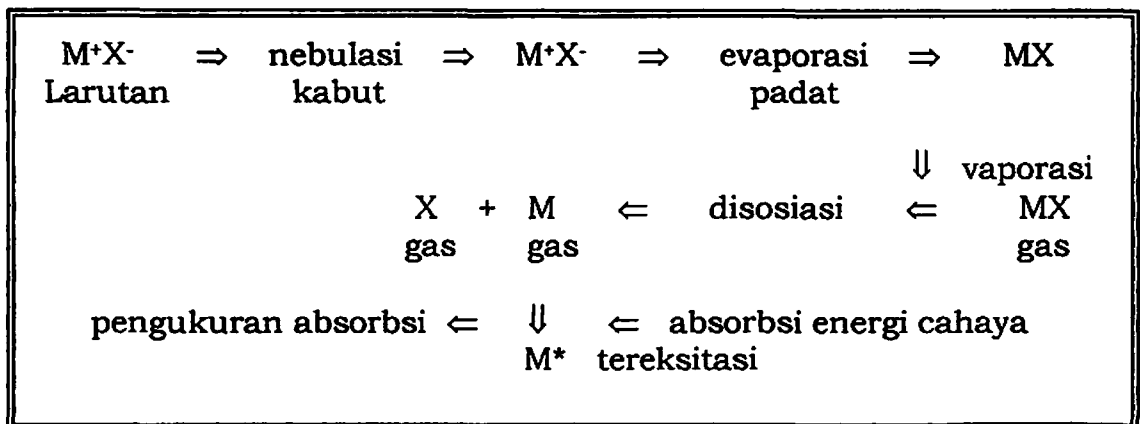
Dalam analisis dengan metode SAA, sampel yang akan dianalisis harus dalam bentuk larutan yang jernih dan terionkan, sehingga dapat diuraikan menjadi atom-atom netral dalam bentuk gas



(atomisasi). Proses atomisasi yang terjadi dalam SAA adalah sebagai berikut :

- Larutan sampel disemprotkan dalam bentuk aerosol/kabut ke dalam nyala api. Mula-mula akan terjadi penguapan pelarut yang akhirnya menghasilkan sisa partikel padat yang halus di dalam nyala. Partikel-partikel padat ini kemudian berubah bentuk menjadi uap, selanjutnya sebagian atau seluruhnya mengalami disosiasi menjadi atom-atom netral.
- Pada suhu kamar, dapat dikatakan bahwa semua atom berada dalam keadaan tingkat energi dasar (*ground state*). Di dalam nyala, atom-atom netral tersebut mampu menyerap energi radiasi yang dikenakan padanya dengan panjang gelombang yang sesuai dengan besarnya energi transisi dari tingkat energi dasar ke tingkat energi yang lebih tinggi, terjadilah eksitasi (*excitation state*). (M. Zainudin, 1982)

Berikut ini ringkasan proses atomisasi dan absorpsi yang terjadi dalam metode SAA :



Energi yang diabsorpsi atom ( $E$ ) pada waktu terjadi perpindahan antar tingkat energi dapat dihitung dengan persamaan Bohr :

$$E = E_1 - E_0$$

$$E = h \cdot \nu$$

Maka  $E = (h \cdot c) : \lambda$

Keterangan :

$E_1$  = energi pada tingkat dasar

$E_0$  = energi pada tingkat tereksitasi

$c$  = kecepatan cahaya ( $3 \cdot 10^{10}$  cm/dtk)

$h$  = tatapan Planck ( $6,63 \cdot 10^{27}$  erg/dtk)

$\nu$  = frekuensi radiasi

$\lambda$  = panjang gelombang (nm)

Besarnya intensitas cahaya yang diabsorpsi tergantung dari kadar atom. Dan dalam hal ini berlaku hukum Lambert - Beer yang dituliskan dengan rumus :

$$I_0 \int^t dl/dt = -K \cdot f \cdot b \cdot c \cdot db$$

$$\ln I_t / I_0 = -K \cdot b \cdot c$$

$$\log I_t / I_0 = -K/2,303 \cdot b \cdot c$$

atau  $\log I_t / I_0 = -\epsilon \cdot b \cdot c$

Keterangan :  $I_0$  = intensitas cahaya datang

$I_t$  = intensitas cahaya yang diteruskan

$b$  = tebal lapisan medium

$c$  = konsentrasi atom

$\epsilon$  = koefisien ekstingsi molar

Jika harga  $I_t / I_0$  disebut transmitansi (T) maka :

$$\log T = - \epsilon \cdot b \cdot c$$

$$\text{atau} \quad - \log T = \epsilon \cdot b \cdot c$$

harga  $-\log T$  disebut absorbansi (A), maka  $A = \epsilon \cdot b \cdot c$ , dan ini yang disebut dengan persamaan hukum Lambert – Beer yang merupakan dasar dari analisis kuantitatif secara spektrofotometri pada umumnya dan SAA pada khususnya. (Skoog, 1985).

Untuk menetapkan kadar analit dalam sampel secara sederhana, yaitu dengan mengukur serapan larutan yang diketahui kadarnya ( $A_b$ ), dan serapan larutan sampel ( $A_c$ ). Cara ini dilakukan bila kurva A terhadap kadar merupakan garis lurus. Dari perbandingan serapan keduanya dapat dihitung kadar analit sebagai berikut :

$$C_{\text{sampel}} = \frac{A_c}{A_b} \times C_{\text{baku}}$$

Selain itu penetapan kadar logam berat dalam sampel dapat dilakukan dengan perhitungan berdasarkan persamaan kurva baku. Kurva baku dibuat dari larutan baku dengan berbagai kadar yang diketahui dan diukur serapannya, demikian pula dengan analit dalam sampel. Dari kadar dan serapan larutan baku didapat persamaan garis regresi yaitu (M. Mulya, 1995):

$$y = bx + a$$

Hubungan antara serapan dengan kadar larutan baku merupakan garis lurus. Kadar larutan analit dalam sampel dapat ditentukan dengan memasukkan harga serapan analit pada persamaan garis regresi.

Sampel yang dapat diamati dengan SAA berupa : tanah, pupuk, limbah industri, dan lain-lain. Pada dasarnya sampel tersebut dibagi menjadi dua kelompok yaitu kelompok senyawa terlarut dan kelompok senyawa tidak terlarut. Untuk senyawa terlarut setelah ditambah dengan asam encer dapat langsung diamati. Sedangkan untuk kelompok senyawa tidak terlarut harus diproses terlebih dahulu agar menjadi senyawa terlarut (larutan jernih).

Untuk memperoleh larutan yang jernih dari suatu sampel dapat dilakukan dengan cara :

#### 1. Destruksi Basah (WET ASHING)

Merupakan cara untuk memperoleh larutan jernih dengan menggunakan asam-asam kuat. Asam-asam pekat ini dimaksudkan untuk mendestruksi atau memecah senyawa organik yang mengganggu serta melarutkan unsur-unsur yang dianalisis. Keuntungan cara ini adalah resiko kehilangan logam yang dianalisa akibat pemanasan yang terlalu tinggi tidak terjadi, sebab dipakai suhu yang relatif rendah.

## 2. Dekstruksi Kering (DRY ASHING)

Dengan cara ini sampel dapat diabukan dengan pemanasan tinggi. Untuk logam Cd pada suhu 500°C, untuk logam Pb pada suhu 560°C, dan untuk logam Cu pada suhu 600°C.

## 2. Tinjauan Tentang Logam Berat Timbal (Pb) (Goodman, 1980)

Dewasa ini logam timbal (Pb) banyak digunakan dalam industri pembuatan kabel, cat, baterai, campuran logam atau baja, campuran keramik, solder, plastik, dan sebagai bahan tambahan dalam bahan bakar kendaraan bermotor. Dan bahkan digunakan juga dalam sediaan farmasi, antara lain sebagai sediaan plester, salep, astringen, dll. Dengan semakin luasnya penggunaan logam timbal dimungkinkan pula terjadi peningkatan kadar timbal dalam udara, air, maupun tanah.

Pencemaran timbal dapat mengakibatkan keracunan, baik secara langsung, yaitu melalui udara dan air minum, maupun tidak langsung, yaitu pencemaran tanah. Manusia yang mengkonsumsi makanan, sayur-sayuran, buah-buahan, daging, dan minuman (air minum, susu, minuman kaleng, dll) yang tercemar timbal dapat mengalami keracunan karena naiknya kadar timbal dalam darah yang diserap oleh usus. Keracunan dapat pula terjadi karena terhisapnya senyawa timbal yang berupa partikel-partikel debu atau gas sisa pembakaran bahan bakar kendaraan bermotor



ataupun sisa produk pabrik yang mengandung timbal, ke dalam paru-paru. Timbal ditetapkan oleh WHO sebagai salah satu dari enam jenis bahan pencemar yang penting untuk diteliti karena sifatnya yang toksik, karsinogenik, dan dapat terakumulasi di dalam tubuh manusia, sebagian besar,  $\pm 90\%$ , timbal akan tertimbun di dalam tulang, sebagian lagi di dalam hati, otot, jaringan penghubung, dan rambut. Keracunan timbal dapat menyebabkan gangguan sel-sel tubuh dan merusak fungsi-fungsi organ seperti ginjal, paralisa susunan saraf pusat bahkan dapat melewati plasenta dan masuk ke dalam sistem peredaran darah janin.

Kadar normal timbal dalam darah pada anak-anak dan orang dewasa adalah 10-40  $\mu\text{g}/100\text{ ml}$  darah, yang dikeluarkan terutama melalui urin (70%), feses (46%), dan melalui air susu, peluh, dan sebagainya (8%). Gejala keracunan timbal akut ditunjukkan dengan tanda-tanda rasa logam pada mulut, disusul dengan terjadinya kram perut, muntah, diare, shock, dan koma. Sedangkan gejala keracunan timbal kronis mula-mula adalah rasa sakit kepala, lemas, otot terasa sakit dan kejang-kejang, mual pada lambung. Selain itu dapat juga terjadi muntah dan tinja yang keduanya berwarna hitam. Tanda-tanda khas yang sering terjadi pada keracunan timbal adalah adanya garis hitam

pada bagian gigi yang berdekatan dengan gusi, muka pucat terutama di sekitar mulut dan anemia.

### 3. Tinjauan Tentang Kayu (Fengel D, 1995)

Kayu tersusun atas sel-sel yang bentuknya tergantung dari fungsinya, yaitu sel-sel pengangkut, sel-sel penguat, dan sel-sel penyimpanan. Sel-sel pengangkut dan penguat merupakan sel-sel mati yang mengandung rongga-rongga yang terisi air atau udara.

Struktur dasar sel-sel tanaman terdiri atas selulosa yang merupakan konstituen utama kayu (50-60%). Kandungan kayu pada umumnya adalah selulosa, lignin, dan hemi-selulosa. Rumus molekul selulosa adalah  $(C_6H_{10}O_5)_n$ , dan  $n$  dapat berupa angka ribuan.



Selulosa terdiri atas unit-unit  $\beta$ -D-glukopiranososa yang terikat satu sama lain dengan ikatan glikosida (1-4) membentuk rantai molekul, sehingga selulosa dikatakan sebagai polimer linier glukosa yang homopolisakarida. Molekul-molekul selulosa memiliki kecenderungan kuat untuk membentuk ikatan hidrogen, baik intramolekuler (antara gugus OH dari unit-unit glukosa yang berdekatan dalam molekul yang sama) yang memberikan kekakuan tertentu pada masing-masing rantai; maupun intermolekuler (antara gugus OH dari molekul-molekul selulosa

yang berdampingan) yang menyebabkan adanya pembentukan struktur supramolekul. Jadi berkas molekul selulosa membentuk agregat bersama dalam bentuk mikrofibril yang teratur dan diselingi bentuk amorf. Mikrofibril membentuk fibril dan akhirnya membentuk serat selulosa. Sebagai struktur yang berserat dan adanya ikatan hidrogen yang kuat, maka selulosa mempunyai kekuatan tarik yang tinggi dan tidak larut dalam kebanyakan pelarut.

Penyerapan air oleh selulosa tergantung pada jumlah gugus-gugus OH bebas. Pada selulosa kayu, dimana gugus-gugus OH bebas terdapat dalam jumlah banyak, penyerapan air terjadi lebih banyak.

Kayu Meranti tergolong jenis kayu yang mempunyai kekerasan agak keras dan bertekstur kasar. Kayu Meranti termasuk dalam familia Dipterocarpaceae dengan nama Latin *Shorea spp.* Kayu ini banyak terdapat di Sumatera dan Kalimantan. Berdasarkan karakteristik kayunya dibedakan menjadi kayu meranti merah dan putih. Kayu meranti mudah dimakan rayap dan menjadi lapuk, sehingga seringkali digunakan untuk keperluan yang bersifat semipermanen atau sementara. Kayunya berwarna kuning kecoklatan-kemerahan, seratnya kasar dan berbentuk lurus, bergelombang atau perpaduan keduanya. Berat jenis

berkisar antara 0,5-0,8 g/cm<sup>3</sup>, tetapi umumnya sekitar 0,55 g/cm<sup>3</sup>.

#### **4. Tinjauan Tentang Adsorpsi (Martin, 1961)**

Adsorpsi adalah proses penyerapan zat pada permukaan zat lain. Zat yang menyerap disebut adsorben. Adsorpsi terjadi pada permukaan zat padat, disebabkan oleh adanya gaya tarik-menarik atom atau molekul pada permukaan zat padat. Adsorpsi terjadi karena disebabkan oleh tidak jenuhnya permukaan zat, sehingga timbul kecenderungan untuk mengikat zat lain. Adsorpsi dapat terjadi antara fasa padat – larutan dan gas larutan.

Jenis adsorpsi ditinjau dari proses pengikatan antara fasa :

1. Adsorpsi fisika, merupakan interaksi / ikatan antara zat pada kedua fasa yang terikat pada permukaan, karena adanya gaya fisika, dengan sifat sebagai berikut :

- Energi dalam bentuk panas yang diperlukan untuk pengikatan lebih kecil 10 Kkal/mol
- Ikatan yang terjadi merupakan ikatan Van Der Waals
- Merupakan ikatan bolak-balik (reversible)

2. Adsorpsi kimia, merupakan interaksi/ikatan antara zat pada kedua fasa terjadi karena adanya ikatan kimia dengan sifat sebagai berikut :

- Energi dalam bentuk panas yang diperlukan untuk pengikatan lebih besar 20 Kkal/mol

- Ikatan yang terjadi adalah ikatan kimia (ionik, kovalen)
- Merupakan ikatan yang tidak bolak-balik (irreversible)

Hubungan antara zat teradsorpsi, adsorben, dan konsentrasi zat terlarut dapat dilihat pada persamaan FREUNDLICH, yakni :

$$\text{Log } x/m = \text{Log } k + i/n \text{ Log } C$$

di mana :     x     =     jumlah zat yang teradsorpsi

          m     =     berat adsorben

          C     =     konsentrasi zat terlarut

          k.n   =     tetapan

Persamaan di atas merupakan persamaan garis lurus antara Log  $x/m$  dan Log C.

## **BAB III**

### **TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN**

#### **1. Tujuan Penelitian**

1. Menentukan ada/tidaknya kemampuan serbuk kayu meranti (*Shorea spp*) dalam menyerap logam berat Pb dalam larutan.
2. Menentukan berat serbuk kayu yang dapat menyerap logam berat Pb dalam larutan secara optimal.

#### **2. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah diperolehnya alternatif pemecahan masalah dalam penanggulangan pencemaran logam berat Pb dalam air yang digunakan sebagai bahan baku air minum , di mana pengukuran kadar logam berat Pb ini dilakukan dengan metode Spektroskopi Absorpsi Atom.

## **BAB IV**

### **METODE PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Dalam penelitian ini yang dimaksud dengan :

- Serbuk gergaji kayu Meranti 10% adalah 10 % berat/volume.
- $\text{HNO}_3$  1% adalah 1% volume/volume.
- Diaduk dengan magnetik stirer adalah magnetik stirer diputar dengan kecepatan 3000 rpm..
- SAA adalah SAA Nyala.
- Disaring dengan kertas saring adalah dengan menggunakan kertas saring Whatman 42.

#### **1. Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan adalah :

- Spektrofotometer Absorpsi Atom Shimadzu AA 640
- Lampu katoda berongga Timbal (Pb) Shimadzu AA 640
- Neraca analitik monopen Sartorius
- Magnetik stirer
- Alat-alat gelas lain

Bahan yang digunakan adalah :

- Serbuk gergaji kayu Meranti (*Shorea spp*) yang diperoleh dari PT. Prima Bangun Pelita Surabaya
- Asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ) p.a. (E Merck)
- Timbal (II) nitrat ( $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ) p.a. (E Merck)

- Aqua demineralisata
- Eter p.a. (E Merck)
- Asetilen (Aneka gas)
- Kertas Whatman 42

## **2. Tahapan Analisis**

### **2.1. Pembuatan larutan HNO<sub>3</sub> 1 % ( Rand M.C, 1978)**

Dipipet HNO<sub>3</sub> pekat sebanyak 15 ml kemudian ditambah dengan air bebas mineral / aqua demineralisata sampai volumenya menjadi 1000 ml.

### **2.2. Pembuatan larutan induk Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> (Cunif P, 1995)**

Ditimbang dengan teliti pada neraca analitik 0,1627 gram Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> yang mengandung 101,76 mg Pb, kemudian dimasukkan ke dalam gelas beker dan dilarutkan dengan larutan HNO<sub>3</sub> 1 %. Larutan tersebut dipindahkan secara kuantitatif ke dalam labu ukur 100 ml dan ditambah dengan larutan HNO<sub>3</sub> 1 % sampai volume tepat 100,0 ml. Larutan induk ini mempunyai kadar 1017,6 ppm.

### **2.3. Pembuatan larutan baku untuk Kurva Baku**

Dipipet dari larutan induk 1017,6 ppm sebanyak 10,0 ml dan dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml serta diencerkan dengan larutan HNO<sub>3</sub> 1 % sampai volume tepat 100,0 ml sehingga didapat larutan baku dengan kadar 101,76 ppm.



Kemudian dilakukan pengenceran-pengenceran sebagai berikut :

- Dipipet 1,0 ml larutan baku 101,76 ppm dan dimasukkan ke dalam labu ukur 50 ml, diencerkan dengan larutan  $\text{HNO}_3$  1 % sampai volume tepat 50,0 ml. Diperoleh larutan baku dengan kadar 2,0352 ppm.
- Dipipet 2,0 ml larutan baku 101,76 ppm dan dimasukkan ke dalam labu ukur 50 ml, diencerkan dengan larutan  $\text{HNO}_3$  1 % sampai volume tepat 50,0 ml. Diperoleh larutan baku dengan kadar 4,0704 ppm.
- Dipipet 3,0 ml larutan baku 101,76 ppm dan dimasukkan ke dalam labu ukur 50 ml, diencerkan dengan larutan  $\text{HNO}_3$  1 % sampai volume tepat 50,0 ml. Diperoleh larutan baku dengan kadar 6,1056 ppm.
- Dipipet 4,0 ml larutan baku 101,76 ppm dan dimasukkan ke dalam labu ukur 50 ml, diencerkan dengan larutan  $\text{HNO}_3$  1 % sampai volume tepat 50,0 ml. Diperoleh larutan baku dengan kadar 8,1408 ppm.
- Dipipet 5,0 ml larutan baku 101,76 ppm dan dimasukkan ke dalam labu ukur 50 ml, diencerkan dengan larutan  $\text{HNO}_3$  1 % sampai volume tepat 50,0 ml. Diperoleh larutan baku dengan kadar 10,176 ppm.

Larutan baku ini kemudian diamati absorbansinya pada SAA dengan kondisi pengukuran sebagai berikut :

- Lampu katoda berongga Timbal : Pb
- Panjang gelombang : 217,0 nm
- Gas pembakar : asetilen – udara
- Kecepatan alir asetilen : 2,6 l/menit
- Kecepatan aliran udara : 10 l/menit
- Slit : 1,9 Å
- Tinggi burner/nyala : 5 mm

Kondisi pengukuran tersebut di atas digunakan untuk seluruh pengamatan dengan SAA dalam penelitian ini.

#### 2.4. Pembuatan larutan baku kerja

Dipipet dari larutan induk 1017,6 ppm sebanyak 5,0 ml dan dimasukkan ke dalam labu ukur 1000 ml serta diencerkan dengan larutan HNO<sub>3</sub> 1 % sampai volume tepat 1000,0 ml sehingga didapat larutan baku dengan kadar 5,088 ppm.

#### 2.5. Penentuan waktu pengadukan optimal penjerapan logam berat Pb (Anny L, 1998)

Larutan baku kerja 5,088 ppm dipipet sebanyak 50,0 ml dan dimasukkan ke dalam gelas beker yang telah berisi serbuk gergaji kayu Meranti sebanyak 5 gram (10 %). Larutan ini diaduk dengan magnetik stirer selama 1 jam. Kemudian disaring dengan kertas saring dan filtrat yang didapat diamati dengan SAA. Tahap ini dilakukan juga dengan waktu

pengadukan 2 dan 3 jam dan masing-masing replikasi empat kali.

#### 2.6. Penentuan persen optimal penambahan serbuk gergaji kayu

Meranti dalam penjerapan logam berat Pb

Larutan baku kerja 5,088 ppm dipipet sebanyak 50,0 ml dan dimasukkan ke dalam gelas beker yang telah berisi serbuk gergaji kayu Meranti sebanyak 7 gram (14%). Larutan ini diaduk dengan magnetik stirer selama waktu pengadukan optimal yang telah diketahui. Kemudian disaring dengan kertas saring dan filtrat yang didapat diamati dengan SAA. Tahap ini dilakukan juga dengan jumlah serbuk gergaji kayu 9 gram (18%), dan 10 gram (20%) dan masing-masing replikasi empat kali.

#### 2.7. Penentuan penjerapan logam berat Pb oleh serbuk gergaji kayu

Meranti yang dicuci dengan eter

Larutan baku kerja 5,088 ppm dipipet sebanyak 50,0 ml dan dimasukkan ke dalam gelas beker yang telah berisi serbuk gergaji kayu Meranti yang telah dicuci dengan eter terlebih dahulu sebanyak persen optimal yang telah diketahui. Larutan ini diaduk dengan magnetik stirer selama waktu pengadukan optimal yang telah diketahui. Kemudian disaring dengan kertas saring dan filtrat yang diperoleh diamati dengan SAA, sedangkan residu serbuk gergaji kayu Meranti dimasukkan kembali ke dalam gelas beker untuk tahap berikutnya..

## 2.8. Penentuan pelepasan kembali logam berat Pb dari serbuk gergaji kayu Meranti

Serbuk gergaji kayu Meranti hasil penyaringan yang telah menjerap logam berat Pb dimasukkan kembali ke dalam gelas beker, ditambah dengan larutan  $\text{HNO}_3$  1 % dan diaduk lagi selama waktu pengadukan optimal. Disaring dengan kertas saring. Filtrat yang diperoleh diamati dengan SAA. Tahap ini dilakukan dengan replikasi empat kali.

## 3. Analisis Data

Data-data yang diperoleh dalam penelitian ini selanjutnya diolah dengan uji-uji statistik. Uji statistik **One Way Anova** yang dilanjutkan dengan uji **HSD** , dilakukan untuk mengetahui pengaruh waktu pengadukan dan persen jumlah serbuk gergaji kayu Meranti yang digunakan, dalam penjerapan logam berat Pb. Sedangkan untuk mengetahui perbedaan kemampuan serbuk gergaji kayu Meranti yang dicuci dengan eter terlebih dahulu dan yang tidak dicuci dengan eter terlebih dahulu dalam menjerap logam berat Pb, dilakukan uji **Paired t Test**. Dengan demikian diharapkan hasil yang diperoleh dapat menjawab tujuan penelitian ini.

## BAB V

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dilakukan serangkaian percobaan untuk mengetahui kemampuan serbuk gergaji kayu Meranti (*Shorea spp*) dalam menurunkan kadar logam berat timbal (Pb) dalam larutan. Hasil penelitian tersebut dapat dilihat dalam uraian berikut ini.

#### **1. Penentuan waktu pengadukan optimal penjerapan logam berat Pb**

Penentuan waktu ini diperlukan untuk mengetahui waktu optimal yang dibutuhkan oleh serbuk gergaji kayu Meranti untuk menjerap logam berat Pb. Kadar logam berat Pb yang terjerap oleh serbuk gergaji kayu Meranti setelah dilakukan pengadukan dengan menggunakan magnetik stirer selama 1,2, dan 3 jam dapat dilihat pada tabel 1.



Tabel 1a.

Jumlah logam berat Pb yang terjerap setelah diaduk dengan magnetik stirer selama 1 jam

Replikasi	Terjerap (mg/l)	Terjerap (%)
I	0,4480	8,800
II	0,4280	8,410
III	0,4480	8,800
IV	0,4480	8,800
Rerata	0,4430	8,703

Tabel 1b.

Jumlah logam berat Pb yang terjerap setelah diaduk dengan magnetic stirer selama 2 jam

Replikasi	Terjerap (mg/l)	Terjerap (%)
I	0,4880	9,591
II	0,4680	9,198
III	0,4480	8,805
IV	0,5980	11,753
Rerata	0,5005	9,837

Tabel 1c.

Jumlah logam berat Pb yang terjerap setelah diaduk dengan magnetik stirer selama 3 jam

Replikasi	Terjerap (mg/l)	Terjerap (%)
I	0,5280	10,377
II	0,4080	8,019
III	0,4480	8,805
IV	0,4480	8,805
Rerata	0,4580	9,002

Tabel 1d.

Jumlah logam berat Pb yang terjerap setelah diaduk dengan magnetik stirer selama 1, 2, dan 3 jam

Replikasi	Jumlah Pb terjerap (%)		
	1 jam	2 jam	3 jam
I	8,800	9,591	10,377
II	8,410	9,198	8,019
III	8,800	8,805	8,805
IV	8,800	11,753	8,805
Rerata	8,703	9,837	9,002

Setelah dilakukan analisis data dengan menggunakan uji One Way Anova pada derajat kemaknaan  $p = 0,05$  (seperti terurai dalam lampiran); diperoleh hasil sebagai berikut :

- Homogenitas varians dari ketiga kelompok sampel

Salah satu syarat dalam uji One Way Anova adalah sampel-sampel harus mempunyai varians yang sama.

Hipotesisnya :

- $H_0$  = ketiga varians populasi adalah identik
- $H_a$  = ketiga varians populasi adalah tidak identik

Dasar pengambilan keputusan :

- jika probabilitas  $> 0,05$ ; maka  $H_0$  diterima
- jika probabilitas  $< 0,05$ ; maka  $H_0$  ditolak

Dari data hasil terlihat bahwa Lavene test hitung adalah 9, dengan nilai probabilitas 0,150. Karena nilai probabilitasnya  $> 0,05$  maka  $H_0$  diterima yaitu ketiga varians adalah sama.

- Setelah ketiga varians terbukti sama maka dilanjutkan dengan uji Anova untuk menguji apakah ketiga sampel mempunyai rata-rata (Mean) yang sama. Hipotesis :

- $H_0$  = ketiga rata-rata populasi adalah identik
- $H_a$  = ketiga rata-rata populasi adalah tidak identik

Dasar pengambilan keputusan adalah berdasarkan perbandingan F hitung dengan F tabel :

- jika F hitung  $> F$  tabel maka  $H_0$  ditolak
- jika F hitung  $< F$  tabel maka  $H_0$  diterima

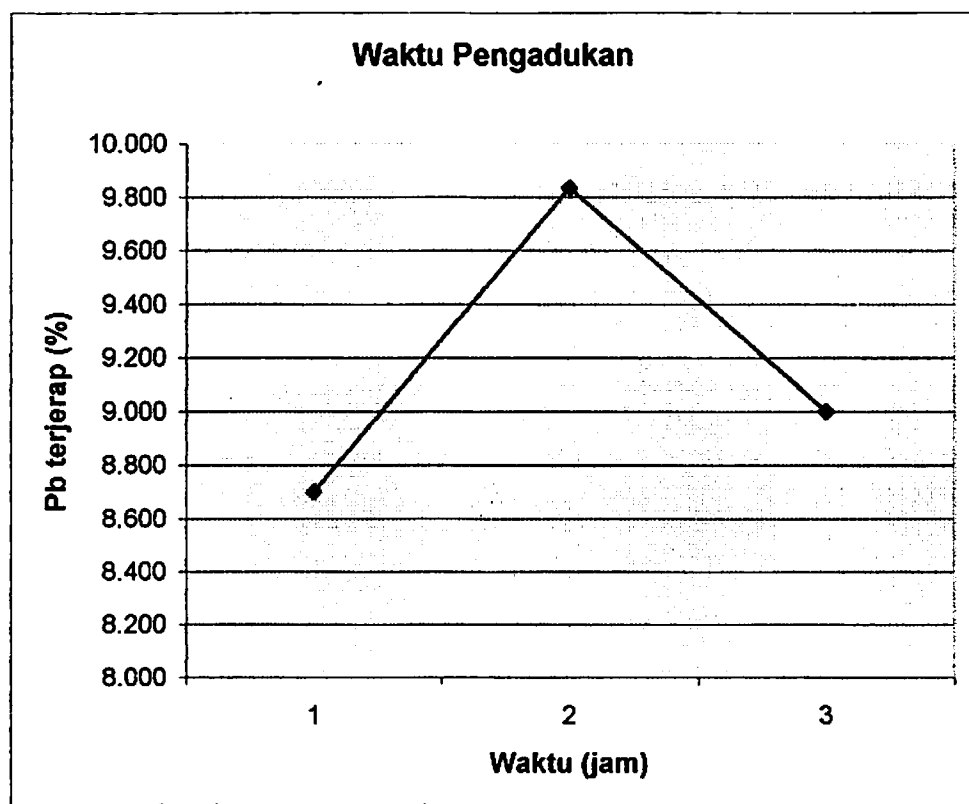
F hitung dari data tersebut di atas adalah 1,507 sedangkan nilai F tabel adalah 4,26; berarti F hitung  $< F$  tabel sehingga  $H_0$  diterima yaitu ketiga rata-rata sampel mempunyai perbedaan yang tidak bermakna.



Jumlah persen rerata logam berat Pb yang terjerap oleh serbuk gergaji kayu Meranti 5% b/v pada pH = 1 dan waktu pengadukan selama 1, 2, dan 3 jam adalah 8,703 %, 9,837 %, dan 9,002 %. Berdasarkan uji One Way Anova, diperoleh data bahwa angka-angka tersebut tidak mempunyai perbedaan yang bermakna. Dengan demikian waktu pengadukan selama 1, 2, dan 3 jam adalah sama. Namun secara nominal pengadukan selama 2 jam memberikan hasil logam berat Pb terjerap yang terbesar, sehingga dapat dipilih sebagai waktu optimal pengadukan yang dibutuhkan oleh serbuk gergaji kayu Meranti untuk menjerap logam berat Pb dalam larutan.

Kemampuan menurunkan kadar logam berat Pb dalam larutan oleh serbuk gergaji kayu berdasarkan teori adsorpsi di samping karena luas permukaan kontak yang besar juga berkaitan dengan sifat fisika-kimia kayu. Dalam struktur anatomi kayu, adanya lumen-lumen dalam jaringan kayu menyebabkan struktur kayu bersifat porous/berpori serta berserabut sehingga memungkinkan untuk mengabsorpsi air oleh sel-selnya. Di samping itu terdapatnya gugus-gugus OH yang bebas pada permukaan rantai selulosa juga memungkinkan terjadinya penyerapan air melalui pembentukan ikatan Hidrogen. Menurut Christensen dan Kelsey (Sjastrom E, 1995) selulosa kayu

terisolasi menyerap air lebih banyak dari pada selulosa kapas pada kelembaban yang relatif sama. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa proses adsorpsi terjadi pada permukaan serbuk gergaji kayu yang bersinggungan dengan larutan logam berat Pb. Agar tidak terjadi penggumpalan/penjerapan setempat yang berakibat pada ketidaksempurnaan penjerapan maka dilakukan pengadukan. Dari hasil penentuan waktu pengadukan optimal diperoleh data seperti tampak pada gambar 1, yaitu waktu pengadukan optimal selama 2 jam.



Gambar 1. Kurva waktu pengadukan optimal

Penurunan kembali kadar logam berat Pb yang teradsorpsi setelah mencapai titik maksimum menunjukkan adanya logam berat Pb yang terlepas kembali. Hal ini disebabkan karena adsorpsi molekul zat terlarut oleh permukaan padatan biasanya hanya berupa monolayer (Cunif P, 1995). Dan bila kepadanya diberikan suatu energi tertentu, semisal adalah pengadukan, maka logam berat yang semula teradsorpsi oleh serbuk gergaji kayu menjadi lepas kembali.

## **2. Penentuan persen serbuk gergaji kayu Meranti (%) optimal dalam penjerapan logam berat Pb**

Kadar logam berat Pb yang terjerap oleh serbuk gergaji kayu Meranti setelah dilakukan pengadukan selama 2 jam dengan penambahan serbuk gergaji kayu Meranti sebanyak 14, 18, dan 20 % b/v dalam larutan dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2a.

Jumlah logam berat Pb yang terjerap oleh serbuk gergaji kayu Meranti 14 %

Replikasi	Terjerap (mg/l)	Terjerap (%)
I	0,4990	9,807
II	0,4890	9,611
III	0,5090	10,004
IV	0,5130	10,377
Rerata	0,5025	9,876

Tabel 2b.

Jumlah logam berat Pb yang terjerap oleh serbuk gergaji kayu  
Meranti 18 %

Replikasi	Terjerap (mg/l)	Terjerap (%)
I	0,5650	11,105
II	0,5720	11,242
III	0,5570	10,947
IV	0,5280	10,377
Rerata	0,5555	10,918

Tabel 2c.

Jumlah logam berat Pb yang terjerap oleh serbuk gergaji kayu  
Meranti 20 %

Replikasi	Terjerap (mg/l)	Terjerap (%)
I	0,7800	15,330
II	0,6210	12,205
III	0,6590	12,952
IV	0,7040	13,836
Rerata	0,691	13,581

Tabel 2d.

Jumlah logam berat Pb yang terjerap (%) oleh serbuk gergaji kayu Meranti 14%, 18%, dan 20%.

Replikasi	Jumlah Pb terjerap (%)		
	14%	18%	20%
I	9,807	11,105	15,330
II	9,611	11,242	12,205
III	10,004	10,947	12,952
IV	10,083	10,377	13,836
Rerata	9,876	10,918	13,581

Setelah dilakukan analisis data dengan menggunakan uji One Way Anova pada derajat kemaknaan  $p = 0,05$  (seperti terurai dalam lampiran); diperoleh hasil sebagai berikut :

- Homogenitas varian dari ketiga kelompok sampel

Hipotesisnya :

- $H_0$  = ketiga varians populasi adalah identik
- $H_a$  = ketiga varians populasi adalah tidak identik

Dasar pengambilan keputusan :

- jika probabilitas  $> 0,05$ ; maka  $H_0$  diterima
- jika probabilitas  $< 0,05$ ; maka  $H_0$  ditolak

Dari data hasil terlihat bahwa Lavene test hitung adalah 3,033; dengan nilai probabilitas 0,71. Karena nilai probabilitasnya  $> 0,05$  maka  $H_0$  diterima yaitu keempat varians adalah sama.

- Setelah ketiga varians terbukti sama maka dilanjutkan dengan uji Anova untuk menguji apakah ketiga sampel mempunyai rata-rata (Mean) yang sama.

Hipotesis :

- $H_0$  = ketiga rata-rata populasi adalah identik
- $H_a$  = ketiga rata-rata populasi adalah tidak identik

Dasar pengambilan keputusan adalah berdasarkan perbandingan F hitung dengan F tabel :

- jika  $F_{hitung} > F_{tabel}$  maka  $H_0$  ditolak
- jika  $F_{hitung} < F_{tabel}$  maka  $H_0$  diterima.

F hitung dari data tersebut di atas adalah 13,262 sedangkan nilai F tabel adalah 3,49; berarti  $F_{hitung} > F_{tabel}$  sehingga  $H_0$  ditolak yaitu ada perbedaan yang bermakna antara ketiga rata-rata sampel .

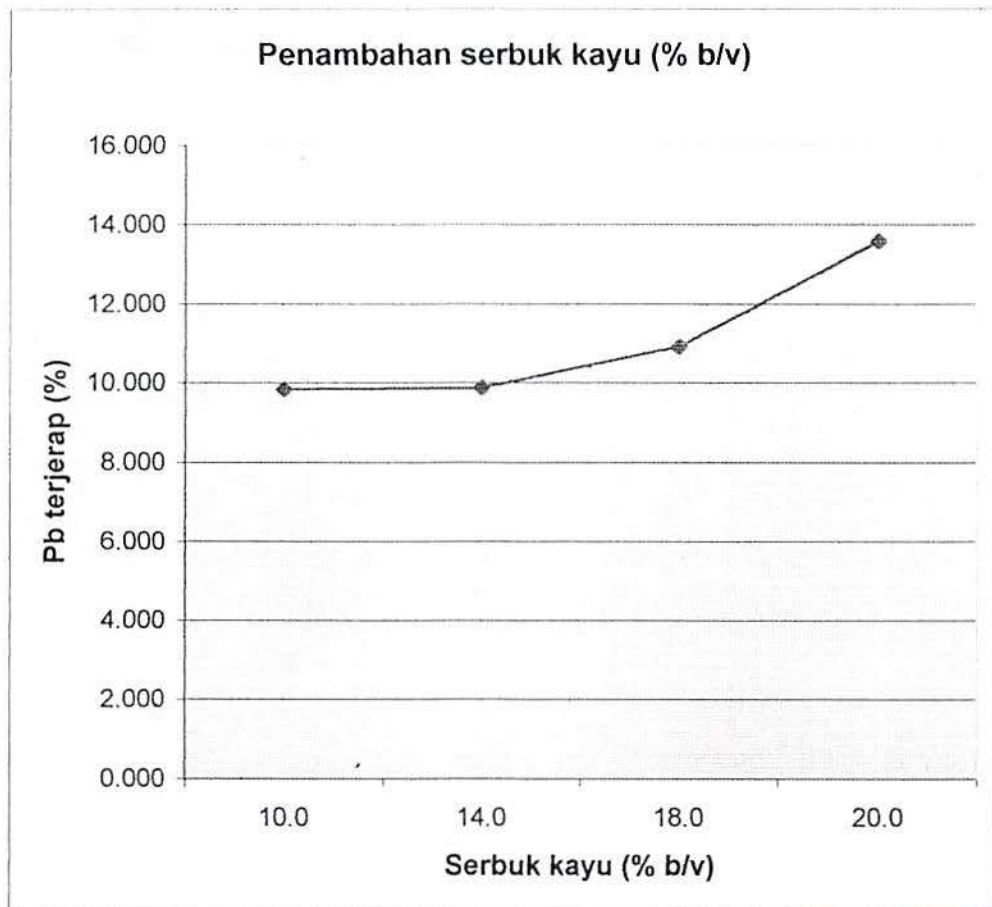
Berdasarkan analisis data dengan menggunakan uji One Way Anova pada derajat kemaknaan  $p = 0,05$  ; didapatkan harga F hitung lebih besar dari pada harga F tabel. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa berbagai persen penambahan serbuk gergaji kayu Meranti mempunyai perbedaan bermakna.

- Karena hasil dari uji Anova menunjukkan adanya perbedaan bermakna pada rata-rata ketiga kelompok sampel maka dilanjutkan dengan uji HSD untuk mengetahui kelompok sampel mana yang berbeda dan mana yang sama. Dari tabel hasil HSD test dapat disimpulkan bahwa penambahan serbuk gergaji kayu 14 %, dan 18 % mempunyai perbedaan yang tidak bermakna. Sedangkan penambahan serbuk gergaji kayu 20 % berbeda secara nyata.

Jumlah persen rerata logam berat Pb yang terjerap oleh serbuk gergaji kayu Meranti 14 % , 18 % , dan 20 % b/v pada pH = 1 dan waktu pengadukan selama 2 jam adalah 9,876%, 10,918%, dan 13,581%. Berdasarkan uji One Way Anova, diperoleh data bahwa angka-angka tersebut mempunyai perbedaan yang bermakna, kecuali untuk penambahan serbuk gergaji kayu 14 %, dan 18%.

Menurut hukum kesetimbangan, konsentrasi zat pada saat terjadi kesetimbangan berbanding langsung dengan jumlah (massa) adsorben. Hal ini menunjukkan bahwa banyaknya logam berat Pb yang terjerap (diadsorpsi) sangat tergantung pada banyaknya adsorben, dalam hal ini serbuk gergaji kayu Meranti. Hasil penentuan persen serbuk gergaji kayu optimal yang

ditambahkan, seperti tampak pada gambar 2, adalah sebanyak 20%.



Gambar 2. Kurva penambahan serbuk gergaji kayu Meranti optimal

### 3. Penentuan Penjerapan Pb oleh serbuk gergaji kayu Meranti

#### (*Shorea spp*) 20 % b/v yang dicuci dengan eter

Kadar logam berat Pb yang terjerap oleh serbuk gergaji kayu Meranti setelah dilakukan pengadukan selama 2 jam dengan penambahan serbuk gergaji kayu Meranti 20 % b/v yang telah



dicuci dengan eter terlebih dahulu dalam larutan dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3.

Jumlah logam berat Pb yang terjerap (%) oleh serbuk gergaji kayu Meranti 20% yang telah dicuci dengan eter.

Replikasi	Jumlah pb terjerap (%)			
	Tanpa dicuci eter		Dicuci eter	
	mg/l	%	mg/l	%
I	0,7800	15,330	0,9390	18,455
II	0,6210	12,205	0,8930	17,551
III	0,6590	12,952	0,9510	18,691
IV	0,7040	13,836	0,9300	18,278
Rerata	0,6910	13,581	0,9283	18,244

Berdasarkan analisis data yang dilakukan dengan menggunakan uji Paired t test pada derajat kemaknaan  $p = 0,05$  ; di mana hipotesisnya adalah :

$H_0$  = kedua rata-rata populasi adalah identik

$H_a$  = kedua rata-rata populasi adalah tidak identik

Dasar pengambilan keputusan :

- Jika harga t hitung < dari pada harga t tabel maka  $H_0$  diterima
- Jika harga t hitung > dari pada harga t tabel maka  $H_0$  ditolak

Dari analisis data didapat harga t hitung (8,038) lebih besar dari pada harga t tabel (2,353). Dengan demikian dapat dikatakan bahwa jumlah logam berat Pb yang terjerap oleh serbuk gergaji

kayu Meranti yang dicuci dengan eter terlebih dahulu dan serbuk gergaji kayu Meranti yang tidak dicuci dengan eter terlebih dahulu mempunyai perbedaan bermakna.

Jumlah logam berat Pb yang terjerap oleh serbuk gergaji kayu Meranti yang dicuci dengan eter terlebih dahulu, lebih besar dari pada yang terjerap oleh serbuk gergaji kayu Meranti yang tidak dicuci dengan eter terlebih dahulu. Hal ini disebabkan karena eter dapat menghilangkan lemak-lemak yang menempel pada permukaan serbuk gergaji kayu Meranti, sehingga proses penjerapan menjadi lebih baik. Seperti diketahui lapisan lemak pada serbuk gergaji kayu seringkali menghambat proses adsorpsi logam berat.

#### **4. Penentuan pelepasan kembali logam berat Pb yang terjerap dalam serbuk gergaji kayu Meranti 20 % b/v**

Dilakukan pengadukan kembali selama 2 jam terhadap serbuk gergaji kayu Meranti hasil penyaringan (yang telah menjerap logam berat Pb) untuk melihat jumlah logam berat Pb yang dilepaskan kembali, seperti terlihat pada tabel 4.

Tabel 4a.

Jumlah logam berat Pb yang terlepas kembali dari serbuk gergaji kayu Meranti 20 %

Jumlah Pb (mg/l)	Pb terlepas (%)
0,598	11,753
0,596	11,714
0,570	11,203
0,580	11,339
Rerata 0,586	11,517

Tabel 4b.

Jumlah logam berat Pb yang terjerap dan terlepas kembali dari serbuk gergaji kayu Meranti 20%

Replikasi	Terjerap (mg/l)	Terjerap (%)	Terlepas (mg/l)	Terjerap (%)
I	0,9390	18,455	0,598	11,753
II	0,8930	17,551	0,596	11,714
III	0,9510	18,691	0,570	11,203
IV	0,9300	18,278	0,580	11,339
Rerata	0,9283	18,244	0,586	11,517

Ikatan yang terjadi antara logam berat Pb dengan serbuk gergaji kayu Meranti adalah merupakan ikatan yang reversible atau dapat balik. Ikatan tersebut mudah terlepas kembali karena ikatan yang terjadi adalah ikatan lemah Van der Waals. Hal ini dapat dilihat pada hasil percobaan di atas yang menunjukkan bahwa serbuk gergaji kayu hasil penyaringan diaduk kembali dengan magnetic stirrer selama 2 jam dalam pelarut HNO<sub>3</sub> 1%,

kemudian filtrat hasil penyaringan diukur dengan SAA dan ternyata memberikan serapan. Dapat dikatakan bahwa logam berat Pb yang terjerap oleh serbuk gergaji kayu Meranti ada yang terlepas kembali, sehingga proses penjerapan yang terjadi adalah merupakan proses fisika.

Berdasarkan analisis data yang dilakukan dengan menggunakan uji Paired t test pada derajat kemaknaan  $p = 0,05$  ; di mana hipotesisnya adalah :

- $H_0$  = kedua rata-rata populasi adalah identik
- $H_a$  = kedua rata-rata populasi adalah tidak identik

Dasar pengambilan keputusan :

- Jika harga t hitung < dari pada harga t tabel maka  $H_0$  diterima
- Jika harga t hitung > dari pada harga t tabel maka  $H_0$  ditolak

Dari analisis data didapat harga t hitung (18,957) lebih besar dari pada harga t tabel (2,353). Dengan demikian dapat dikatakan bahwa jumlah logam berat Pb yang terjerap oleh serbuk gergaji kayu Meranti dan yang terlepas dari serbuk gergaji kayu Meranti mempunyai perbedaan bermakna.

Jumlah logam berat Pb yang terjerap oleh serbuk gergaji kayu Meranti adalah sebesar 18,244 % sedangkan yang terlepas

kembali dari serbuk gergaji kayu Meranti adalah sebesar 11,517 %. Hal ini menunjukkan bahwa tidak semua logam berat Pb yang terjerap oleh serbuk gergaji kayu Meranti dapat terlepas kembali ke dalam larutan  $\text{HNO}_3$  1 %. Jumlah logam berat Pb yang dapat terlepas kembali dari serbuk gergaji kayu Meranti adalah 63,128% dari jumlah logam berat Pb yang terjerap.

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut :

- 1.1. Serbuk gergaji kayu Meranti (*Shorea spp*) dapat menjerap logam berat Pb dalam larutan sehingga dapat digunakan menurunkan kadar logam berat Pb dalam larutan.
  - a. Waktu pengadukan optimal yang dibutuhkan oleh serbuk gergaji kayu Meranti untuk menjerap logam berat Pb dalam larutan adalah 2 jam.
  - b. Serbuk gergaji kayu Meranti yang telah dicuci dengan eter terlebih dahulu memiliki kemampuan menjerap logam berat Pb dalam larutan yang lebih besar yaitu 18,244 % daripada serbuk gergaji kayu yang tidak dicuci eter terlebih dahulu yaitu 13,581 %.
- 1.2. Perbedaan prosentase serbuk gergaji kayu Meranti (*Shorea spp*) yang digunakan memberikan perbedaan yang bermakna terhadap penurunan kadar logam berat Pb dalam larutan. Semakin besar prosentase serbuk gergaji kayu yang ditambahkan maka penurunan kadar logam berat memiliki kecenderungan yang lebih besar pula. Dalam penelitian ini berat optimal serbuk gergaji kayu adalah 20 %.

## 2. Saran

- 2.1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui kemampuan serbuk gergaji kayu Meranti (*Shorea spp*) dalam menyerap logam berat-logam berat yang lain.
- 2.2. Serbuk gergaji kayu Meranti (*Shorea spp*) digunakan dalam usaha penurunan kadar logam berat Pb, terutama untuk mengatasi masalah pencemaran logam berat Pb dalam berbagai jenis air, termasuk dalam pengolahan bahan baku air minum.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Anny Lathifah, (1998), *Penggunaan Serbuk Gergaji Kayu Jati (Tectona grandis) dan Kayu Keruing (Dipterocarpus spp) Dalam Menurunkan Kadar Logam Berat Cd dalam Larutan*, Skripsi, Fakultas Farmasi Universitas Airlangga, Surabaya.
2. C. Totok S., (1996), *Teknologi Penyediaan Air Bersih*, Rineka Cipta, Jakarta, 12, 49.
3. Carr GP and JC Wahlich, (1990), *Practical Approach to Method Validation in Pharmaceutical Analysis*, J.Pharm.& Biomed.Anal. 8, 613-618
4. Cunif P., (1995), *Official Methodes Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry*, 15<sup>th</sup> Ed., AOAC inc., Virginia.
5. Darmono, (1995), *Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*, Universitas indonesia, Jakarta, 6-20.
6. Duncam RC et,al, (1978), *Introductory Biostatistic for the Health Sciencees*, John Wiley & Sons Inc., New York, 122-130.
7. Fengel D, Wegener., (1995), *Kayu. : Reaksi Kimia Ultra Struktur*, terjemahan Hardjono Sastroamidjojo, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
8. Goodman, Louis, Gilman, Alfred, (1980), *The Pharmaceutical Basics of Therapeutic*, 6 th ed., The Macmillian Company Inc., New York.
9. Harjana, (1982), *Kadar Logam Berat Dalam Kangkung Yang Dialiri Sungai Kali Mas*, Lambaga Penelitian Unair, Surabaya, 1-10.



10. Juni Ekowati, (1997), *Sintesis Bahan Penukai Kation dari  $\alpha$ -Selulosa Jerami Padi*, Tesis Program Pasca Sarjana, Universitas Airlangga, Surabaya.
11. M. Zainudin dkk, 1982, *Kursus Instrumen AAS (Paket A)*, Fakultas Farmasi Universitas Airlangga, 1-14.
12. Martin AW, (1961), *Physical Pharmacy. Physical Chemical; Principles in Pharmaceutical Science*, Lea and Febiger, Philadelphia, 559.
13. Metcalfe ED (1991), *Atomic Absorption and Emission Spectroscopy*, John Wiley & Sons, Toronto.
14. Muhammad Mulya, Suharman, (1995), *Analisis Instrumental*, Airlangga University Press, Surabaya, 82 -91.
15. Rand MC., 1978, *Standard Methode for The Examination of Water and Waste Water*, 14<sup>th</sup> ed., Washington DC, 151.
16. Sjastrom E, (1995), *Kimia Kayu : Dasar-dasar dan Penggunaannya*, terjemahan : Hardjono S, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta, 68-69.
17. Skoog, DA., (1985), *Principles of Instrumen Analysis*, 3<sup>rd</sup> edition, Holt-Saunders International edition, Philadelphia.
18. Susan Buvadari (Editor), (1989), *The Merck Index*, 11<sup>th</sup> ed., M and Co., New York.
19. Suwarno Wiryomartono, (1976), *Konstruksi Kayu*, Jilid I, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta, 36-37.
20. WHO, (1972), *Evaluation of Certain Food Additives and the Contaminants, Mercury, Lead, and Cadmium*, FAD and WHO, Geneva.

Oneway

Descriptives

TERJERAP

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
satu	4	8.70250	.19500	9.750E-02	8.39221	9.01279	8.410	8.800
dua	4	9.83685	1.31720	.65860	7.74089	11.93281	8.805	11.753
tga	4	9.00157	.98925	.49462	7.42746	10.57569	8.019	10.377
Total	12	9.18031	1.00092	.28894	8.54436	9.81626	8.019	11.753

Test of Homogeneity of Variances

TERJERAP

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.363	2	9	.150

ANOVA

TERJERAP

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2.765	2	1.383	1.507	.273
Within Groups	8.255	9	.917		
Total	11.020	11			

## Post Hoc Tests

### Multiple Comparisons

Dependent Variable: TERJERAP

Tukey HSD

(I) Waktu pengadukan (jam)	(J) Waktu pengadukan (jam)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
satu	dua	-1.13435	.677	.266	-3.02513	.75643
	tiga	-.29907	.677	.899	-2.18985	1.59170
dua	satu	1.13435	.677	.266	-.75643	3.02513
	tiga	.83528	.677	.464	-1.05550	2.72605
tiga	satu	.29907	.677	.899	-1.59170	2.18985
	dua	-.83528	.677	.464	-2.72605	1.05550

45

## Homogeneous Subsets

TERJERAP

Tukey HSD<sup>a</sup>

Waktu pengadukan (jam)	N	Subset for alpha = .05
		1
satu	4	8.70250
tiga	4	9.00157
dua	4	9.83685
Sig.		.266

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

## Oneway

## Descriptives

## TERJERAP

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
14	4	9.87625	.21152	.10576	9.53968	10.21282	9.611	10.083
18	4	10.91775	.38012	.19006	10.31290	11.52260	10.377	11.242
20	4	13.58075	1.34326	.67163	11.44332	15.71818	12.205	15.330
Total	12	11.45825	1.78835	.51625	10.32199	12.59451	9.611	15.330

## Test of Homogeneity of Variances

## TERJERAP

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
4.788	2	9	.038

## ANOVA

## TERJERAP

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	29.199	2	14.600	21.970	.000
Within Groups	5.981	9	.665		
Total	35.180	11			

### Post Hoc Tests

#### Multiple Comparisons

Dependent Variable: TERJERAP

	(I) jumlah serbuk kayu (%)	(J) jumlah serbuk kayu (%)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	14	18	-1.04150	.576	.222	-2.65088	.56788
		20	-3.70450*	.576	.000	-5.31388	-2.09512
	18	14	1.04150	.576	.222	-.56788	2.65088
		20	-2.66300*	.576	.003	-4.27238	-1.05362
	20	14	3.70450*	.576	.000	2.09512	5.31388
		18	2.66300*	.576	.003	1.05362	4.27238
LSD	14	18	-1.04150	.576	.104	-2.34546	.26246
		20	-3.70450*	.576	.000	-5.00846	-2.40054
	18	14	1.04150	.576	.104	-.26246	2.34546
		20	-2.66300*	.576	.001	-3.96696	-1.35904
	20	14	3.70450*	.576	.000	2.40054	5.00846
		18	2.66300*	.576	.001	1.35904	3.96696

\*. The mean difference is significant at the .05 level.

### Homogeneous Subsets

TERJERAP

jumlah serbuk kayu (%)	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
Tukey HSD <sup>a</sup>			
14	4	9.87625	
18	4	10.91775	
20	4		13.58075
Sig.		.222	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.



**LAMPIRAN 3**

**T-Test**

**Paired Samples Statistics**

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	NONETER	13.58075	4	1.34326	.67163
	ETER	18.24375	4	.49185	.24592

**Paired Samples Correlations**

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	NONETER & ETER	4	.530	.470

**Paired Samples Test**

		Paired Differences					t
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		
					Lower	Upper	
Pair 1	NONETER - ETER	-4.66300	1.16025	.58013	-6.50922	-2.81678	-8.038

**Paired Samples Test**

		df	Sig. (2-tailed)
Pair 1	NONETER - ETER	3	.004