



**PEMANFAATAN SERBUK SELULOSA KULIT PISANG RAJA (MUSA
TEXTILIA) UNTUK MENURUNKAN TIMBAL (Pb)
(Studi Sumur Monitoring TPA Pakusari Jember)**

SKRIPSI

Oleh:

**Imamatul Khoiriyah
NIM 132110101073**

**BAGIAN KESEHATAN LINGKUNGAN DAN KESEHATAN KESELAMATAN KERJA
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS JEMBER**

2018



**PEMANFAATAN SERBUK SELULOSA KULIT PISANG RAJA (MUSA
TEXTILIA) UNTUK MENURUNKAN TIMBAL (Pb)
(Studi Sumur Monitoring TPA Pakusari Jember)**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Pendidikan S-1 Kesehatan Masyarakat dan mencapai gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat

SKRIPSI

**BAGIAN KESEHATAN LINGKUNGAN DAN KESEHATAN KESELAMATAN KERJA
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS JEMBER
TAHUN 2018**

PERSEMBAHAN

Dengan Menyebut nama Allah SWT Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang, skripsi ini penulis persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, Ayahanda M. Arif dan Ibunda Robiatul M yang telah memberikan kasih sayang, limpahan doa, dukungan serta pengorbanan yang tiada tara
2. Adik tercinta saya, M. Iqbal Syaifullah, Deva Ainur Rofiqoh, M. Adhan Afifi, Reza rozaqul A, Intan Assyifa yang telah memberikan doa, dukungan serta motivasi
3. Seluruh keluarga besar yang telah banyak memberikan doa, perhatian dan motivasi yang tiada tara
4. Semua guru mulai dari TK Pembangunan, SDN Sukodadi 1, SMPN 1 Lamongan dan SMAN 1 Lamongan yang sangat berjasa karena telah mendidik dan mengajatkan banyak hal, terimakasih yang tak terduga atas semua yang telah diajarkan dan diberikan Almamater Fakultas Kesehatan Masyarakat Uniersitas Jember yang telah memberikan banyak pelajaran.

MOTTO

“Dan Kami turunkan air dari langit menurut suatu ukuran; lain Kami jadikan air itu menetap di bumi, dan sesungguhnya Kami benar-benar berkuasa menghilangkannya. (QS. (al-Mu’minuun: 18) ¹.



¹ (Surat Al-Mu’minuun ayat 18) Departemen Agama Republik Indonesia. 1998. *Al-Qur’an dan Terjemahnya*. Semarang: PT Kumudasmoro Grafindo

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Imamatul Khoiriyah

NIM : 132110101073

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul : *Pemanfaatan Serbuk Selulosa Kulit Pisang Raja (Musa Textilia) Untuk Menurunkan Timbal (Pb) (Studi Sumur Monitoring TPA Pakusari Jember)* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan skripsi 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 di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Maret 2018

Yang menyatakan,

(Imamatul Khoiriyah)

NIM 132110101073

SKRIPSI

**PEMANFAATAN SERBUK SELULOSA KULIT PISANG RAJA (MUSA
TEXTILIA) UNTUK MENURUNKAN TIMBAL (Pb)
(Studi Sumur Monitoring TPA Pakusari Jember)**

Oleh

Imamatul Khoiriyah

NIM. 132110101073

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Isa Ma'rufi, S.KM., M.Kes

Dosen Pembimbing Anggota : Anita Dewi Moelyaningrum., S.KM., M.Kes

PENGESAHAN

Skripsi berjudul *Pemanfaatan Serbuk Selulosa Kulit Pisang Raja (Musa Textilia) Untuk Menurunkan Timbal (Pb) (Studi Sumur Monitoring TPA Pakusari Jember)* telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember pada:

Hari :
Tanggal :
Tempat : Lantai 2 Dekanat Fakultas Kesehatan Masyarakat

Pembimbing

Tanda Tangan

1. DPU: Dr. Isa Ma'rufi S.KM., M.Kes
NIP.197509142008121002 (.....)
2. DPA : Anita Dewi Moelyaningrum, S.KM., M.Kes.
NIP. 198111202005012001 (.....)

Penguji

1. Ketua :Sulistyani, S.KM., M.Kes.
NIP. 197606152002122002 (.....)
2. Sekretaris : Prehatin Tri R, S.KM., M.Kes .
NIP.198505152010122003 (.....)
3. Anggota : I Nengah Dwipayana Ari Wibisono, S.P.
NIP. 197305141997031006 (.....)

Mengesahkan
Dekan,

Irma Prasetyowati, S.KM., M.Kes.
NIP. 198005162003122002

RINGKASAN

Pemanfaatan Serbuk Selulosa Kulit Pisang Raja (*Musa Textilia*) Untuk Menurunkan Timbal (Pb) (Studi Sumur Monitoring TPA Pakusari Jember):
Imamatul Khoiriyah; 132110101073. 68 halaman; Bagian Kesehatan Lingkungan dan Kesehatan Keselamatan Kerja Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.

Tempat Pembuangan Akhir (TPA) atau Tempat Pembuangan Sampah (TPS) adalah sebuah tempat yang berfungsi untuk menimbun sampah. Sejumlah dampak negatif dapat timbul dari keberadaan TPA. Pembuangan limbah logam berat yang melebihi kemampuan tanah mencerna limbah akan menyebabkan terjadinya pencemaran tanah sehingga menyebabkan turunnya kualitas tanah yang secara tidak langsung menyebabkan pula turunnya kualitas air tanah. Pencemaran terhadap air dapat menyebabkan keracunan logam, salah satu logam yang dapat menyebabkan keracunan yaitu logam Timbal (Pb). Keracunan logam berat pada bahan pangan dan air minum dapat menyebabkan terjadinya kelainan pada tumbuh kembang anak apabila bahan pangan dan air minum yang tercemar tersebut dikonsumsi ibu hamil. Oleh karena itu diperlukan suatu penanganan untuk mengatasi pencemaran logam timbal dengan melakukan pengelolaan limbah dengan metode adsorpsi. Berdasarkan data statistik Kabupaten Jember pada tahun 2015 produksi pisang sebesar 587.150 kwintal. Pada tahun 2016 produksi pisang berdasarkan data statistik Kabupaten Jember adalah 623.630 kwintal. Berdasarkan data statistik hortikultura di Indonesia pada tahun 2013 produksi pisang 6.279.279 ton. Sedangkan pada tahun 2014 produksi pisang di Indonesia sebesar 6.862.558 ton. Konsumsi pisang yang meningkat setiap tahunnya membuat berbagai jenis kulit pisang dianggap sebagai limbah yang belum dimanfaatkan secara maksimal. Maka dari itu kulit pisang raja dipergunakan sebagai adsorben dalam menyerap logam berat timbal yang terkandung dalam air sumur TPA Pakusari karena banyak mengandung selulosa dan memiliki pori-pori yang adsorptif. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis

perbedaan penurunan kadar Pb air sumur monitoring yang tidak diberi serbuk selulosa kulit pisang raja dengan limbah cair yang diberi konsentrasi serbuk selulosa 4g/L, 7g/L, 10g/L dengan waktu kontak selama 2 jam.

Metode penelitian ini adalah *True Eksperiment*. Tahap pertama adalah membuat serbuk selulosa kulit pisang dengan metode maserasi. Kemudian serbuk selulosa diayak dengan ukuran yang sama besar yaitu 60 mesh. Terdapat empat kelompok, dimana masing-masing kelompok terdiri dari 6 replikasi. Kelompok pertama yaitu kelompok kontrol, kelompok kedua yaitu penambahan serbuk selulosa kulit pisang 4g/L (P_1), kelompok ketiga yaitu penambahan serbuk selulosa kulit pisang 10g/L (P_2), dan kelompok keempat yaitu penambahan serbuk selulosa kulit pisang 10g/L (P_3). Lama waktu pengontakan serbuk selulosa kulit pisang dengan air sumur monitoring adalah selama 2 jam.

Hasil penelitian dilakukan uji normalitas kemudian dilakukan uji anova. Hasil uji *one way anova* dengan $\alpha = 0,05$ menunjukkan bahwa tingkat signifikansi sebesar 0,000, artinya seluruh kelompok perlakuan memiliki rata-rata populasi yang berbeda, baik pada kelompok kontrol, kelompok P_1 , P_2 , dan P_3 . Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelompok penambahan serbuk selulosa kulit pisang raja 10g/L memiliki penurunan kadar Pb tertinggi daripada kelompok lainnya yaitu dengan persentase sebesar 74,47%. Saran bagi pihak TPA Pakusari diharapkan adanya pengelolaan air lindi untuk mencegah rembesan terhadap air sumur sekitar TPA Pakusari. Saran bagi peneliti selanjutnya perlu adanya penelitian yang dapat menjernihkan air sumur yang telah diberi penambahan serbuk selulosa kulit pisang raja.

SUMMARY

Utilization of Cellulose Skin Banana Leather Powder (Moses Textilia) To Lower Lead (Pb) (Study of TPA Monitoring Wells of Pakusari Jember): Imamatul Khoiriyah; 132110101073. 68 pages; Department of Environmental Health and Occupational Safety Health Faculty of Public Health University of Jember.

A Final Disposal (TPA) or a Waste Disposal Site (TPS) is a place that serves to accumulate waste. A number of negative impacts may arise from the presence of TPA. The disposal of heavy metal waste that exceeds the ability of the soil to digest the waste will lead to soil contamination resulting in a decrease in soil quality that indirectly leads to a decrease in groundwater quality. Water contamination can lead to metal poisoning, one of the metals that can cause toxicity is Lead metal (Pb). Heavy metal poisoning in foodstuffs and drinking water can cause abnormalities in children's growth if the food and drinking water contaminated are consumed by pregnant women. Therefore, a handling is needed to overcome lead metal pollution by performing waste management by adsorption method. Based on Jember Regency data in 2015 banana production amounted to 587,150 quintals. In 2016 the production of bananas based on statistical data of Jember Regency is 623,630 quintals. Based on statistical data horticulture in Indonesia in 2013 banana production 6,279,279 tons. While in 2014 banana production in Indonesia amounted to 6,862,558 tons. Consumption of bananas that increase each year to make various types of banana peel is considered as waste that has not been utilized to the fullest. Therefore banana peel is used as an adsorbent in absorbing heavy metal lead contained in water wells Pakusari TPA because it contains many cellulose and have the pores are adsorptive. The objective of this research was to analyze the difference of decrease of Pb level of monitoring well water which was not given the powder of banana leaf cellulose

with liquid waste which was given concentration of 4g / L, 7g / L, 10g / L cellulose powder with 2 hours contact time.

This research method is True Experiment. The first stage is to make a banana skin powder cellulose by maceration method. Then the cellulose powder sieved with the same size of 60 mesh. There are four groups, where each group consists of 6 replications. The first group was control group, the second group was the addition of pine banana skin powder 4g / L (P1), the third group was the addition of banana skin powder 10g / L (P2), and the fourth group was the addition of banana skin powder 10g / L (P3). The duration of contact of the banana cellulose powder with well water monitoring is for 2 hours.

The result of the research was done by normality test and then anova test. The result of one way anova test with $\alpha = 0.05$ indicates that the significance level is 0.000, meaning that all treatment groups have different population averages, both in the control group, P1, P2, and P3 groups. The results showed that the addition of 10g / L banana leaf cellulose powder had the highest decrease of Pb level than the other group with the percentage of 74.47%. Advice for TPA Pakusari party is expected to have leachate water management to prevent seepage of well water around TPA Pakusari. Suggestions for further researchers need a research that can clear the well water that has been given the addition of banana leaf cellulose powder.

PRAKATA

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga dapat terselesaikannya skripsi dengan judul *Pemanfaatan Serbuk Selulosa Kulit Pisang Raja (Musa Textilia) Untuk Menurunkan Timbal (Pb) (Studi Sumur Monitoring TPA Pakusari Jember)* sebagai salah satu persyaratan akademis dalam rangka menyelesaikan Program Pendidikan S-1 Kesehatan Masyarakat di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.

Dalam skripsi ini dijabarkan bagaimana penurunan kadar timbal (Pb) pada air sumur monitoring TPA Pakusari menggunakan serbuk selulosa kulit pisang raja, sehingga nantinya dapat menjadi bahan pertimbangan dalam penyelenggaraan pengelolaan air atau limbah tercemar yang berdampak baik bagi kesehatan lingkungan dan kesehatan masyarakat di Kabupaten Jember.

Pada kesempatan ini kami menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada **Dr. Isa Ma'rufi, S.KM., M.Kes** dan **Ibu Anita Dewi Moelyaningrum, S.KM.,M.Kes**, selaku dosen pembimbing yang telah memberikan petunjuk, koreksi serta saran hingga terwujudnya skripsi ini. Terima kasih dan penghargaan kami sampaikan pula kepada yang terhormat :

1. Ibu Irma Prasetyowati, S.KM.,M.Kes selaku Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember
2. Bapak Dr. Isa Ma'rufi selaku Ketua Bagian Kesehatan Lingkungan dan Kesehatan Keselamatan Kerja Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember
3. Ibu Sulistyani, S.KM.,M.Kes dan Ibu Prehatin Trirahayu Ningrum, S.KM.,M.Kes yang telah bersedia menjadi ketua dan sekretaris penguji untuk skripsi saya
4. Seluruh Bapak Ibu dosen Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember yang telah memberikan ilmu dan pelajaran

5. Pihak TPA Pakusari Jember yang telah membantu memberikan sampel air sumur monitoring
6. Kedua orang tua tercinta, Aba M. Arif dan Ibu Robi'atul M yang telah memberikan kasih sayang, limpahan doa, dukungan serta pengorbanan yang tiada tara
7. Adik tercinta saya, M.iqbal S, Deva Ainur A, M. Adchan A, Reza R, Intan A yang telah memberikan doa, dukungan serta motivasi
8. Semua guru mulai dari TK Pembangunan, SDN Sukodadi I, SMPN 1 Lamongan dan SMA 1 Lamongan yang sangat berjasa karena telah mendidik dan mengajarkan banyak hal
9. Robby Perdana Sakti yang telah memberikan semangat dan dukungan.
10. Teman-teman Peminatan Kesehatan Lingkungan 2013 seperjuangan.
11. UKMS PH-9 dan ANGGOTA UKM PH-9 2013.
10. Teman-teman PBL kelompok 1 Galih, Adam, Ica, Bella, Sisca, Lena, Hadai, Choni, Nova, Fitri, Shinta.
11. Sahabat-sahabat saya GP 2 Adam umbara dan Raisa F, sahabat saya Dinda, Anggi R, Risma, Febrian D, Nabigh A yang selalu mendengar keluh kesah saya.
12. Seluruh pihak dan teman-teman Fakultas Kesehatan Masyarakat angkatan 2013 yang tidak bisa saya sebutkan satu-persatu.

Skripsi ini telah kami susun dengan optimal, namun tidak menutup kemungkinan adanya kekurangan, oleh karena itu kami dengan tangan terbuka menerima masukan yang membangun. Semoga tulisan ini berguna bagi semua pihak yang memanfaatkannya.

Jember, Maret 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMBUTAN	i
HALAMAN JUDUL	ii
PERSEMBAHAN	iii
MOTTO	iv
PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	x
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
DAFTAR SINGKATAN	xxi
BAB 1.PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.3.1 Tujuan umum	4
1.3.2 Tujuan Khusus	4
1.4 Manfaat penelitian	5
1.4.1 Manfaat teoritis	5
1.4.2 Manfaat praktis	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Air	6
2.2 Pencemaran Air	7
2.3 Logam Berat	8
2.4 Timbal (Pb)	10
2.4.2 Sifat-sifat Timbal	10

2.4.3	Efek Timbal (Pb).....	11
2.3.4	Tingkat Timbal (Pb) Normal dalam Tubuh	14
2.5	Pisang.....	14
2.6	Tanaman Pisang Raja	15
2.7	Kulit Pisang.....	16
2.8	Selulosa	17
2.9	Enzim Selulosa	19
2.10	Manfaat Selulosa	20
2.11	Serbuk.....	20
2.12	Proses Adsorpsi.....	21
2.13	Adsorben	22
2.14	Ekstraksi.....	22
2.15	Asam Klorida (HCl)	24
2.16	Spektrometri Serapan Atom (SSA)	24
2.17	Kerangka Teori.....	27
2.18	Kerangka Konsep	28
2.18	Hipotesis Penelitian	29
BAB 3.	METODE PENELITIAN.....	30
3.1	Jenis Penelitian	30
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian	31
3.2.1	Tempat Penelitian	31
3.2.2	Waktu Penelitian	32
3.3	Objek Penelitian dan Teknik Pengambilan Objek Sampel.....	32
3.3.1	Sampel Penelitian.....	32
3.3.2	Teknik Pengambilan Sampel	32
3.4	Variabel Penelitian dan Definisi Operasional.....	32
3.5	Alat dan Bahan	33
3.5.1	Alat Penelitian.....	33
3.5.2	Bahan Penelitian	34
3.6	Prosedur Kerja	34
3.6.1	Langkah pembuatan serbuk selulosa kulit pisang:	34
3.7	Kerangka Operasional	35
3.8	Data dan Sumber Data.....	36

3.9	Teknik dan Alat Pengumpulan Data	36
3.10	Teknik Penyajian dan Analisis Data	36
3.11	Alur Penelitian	38
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1	Hasil	39
4.1.1	Kadar Pb pada Kelompok Kontrol (P ₀) dengan Kelompok yang Diberi Penambahan Serbuk Selulosa Kulit Pisang Raja (P ₁ , P ₂ , dan P ₃).....	39
4.1.2	Perbedaan Penurunan Kadar Pb pada Kelompok Kontrol (P ₀) dengan Kelompok yang Diberi Penambahan Serbuk Selulosa Kulit Pisang Raja (P ₁ , P ₂ , dan P ₃).....	41
4.2	Pembahasan	43
4.2.1	Kadar Pb pada Kelompok Kontrol (P ₀) dan Kelompok Penambahan Konsentrasi Serbuk Selulosa Kulit Pisang Raja (P ₁ , P ₂ , dan P ₃).....	43
4.2.2	Perbedaan Penurunan Kadar Pb pada Kelompok Kontrol (P ₀) dengan Kelompok yang Diberi Penambahan Serbuk Selulosa Kulit Pisang Raja (P ₁ , P ₂ , dan P ₃).....	44
BAB 5.	PENUTUP	54
5.1	Kesimpulan	54
5.2	Saran	54
	Daftar Pustaka.....	56
	LAMPIRAN.....	61

DAFTAR TABEL

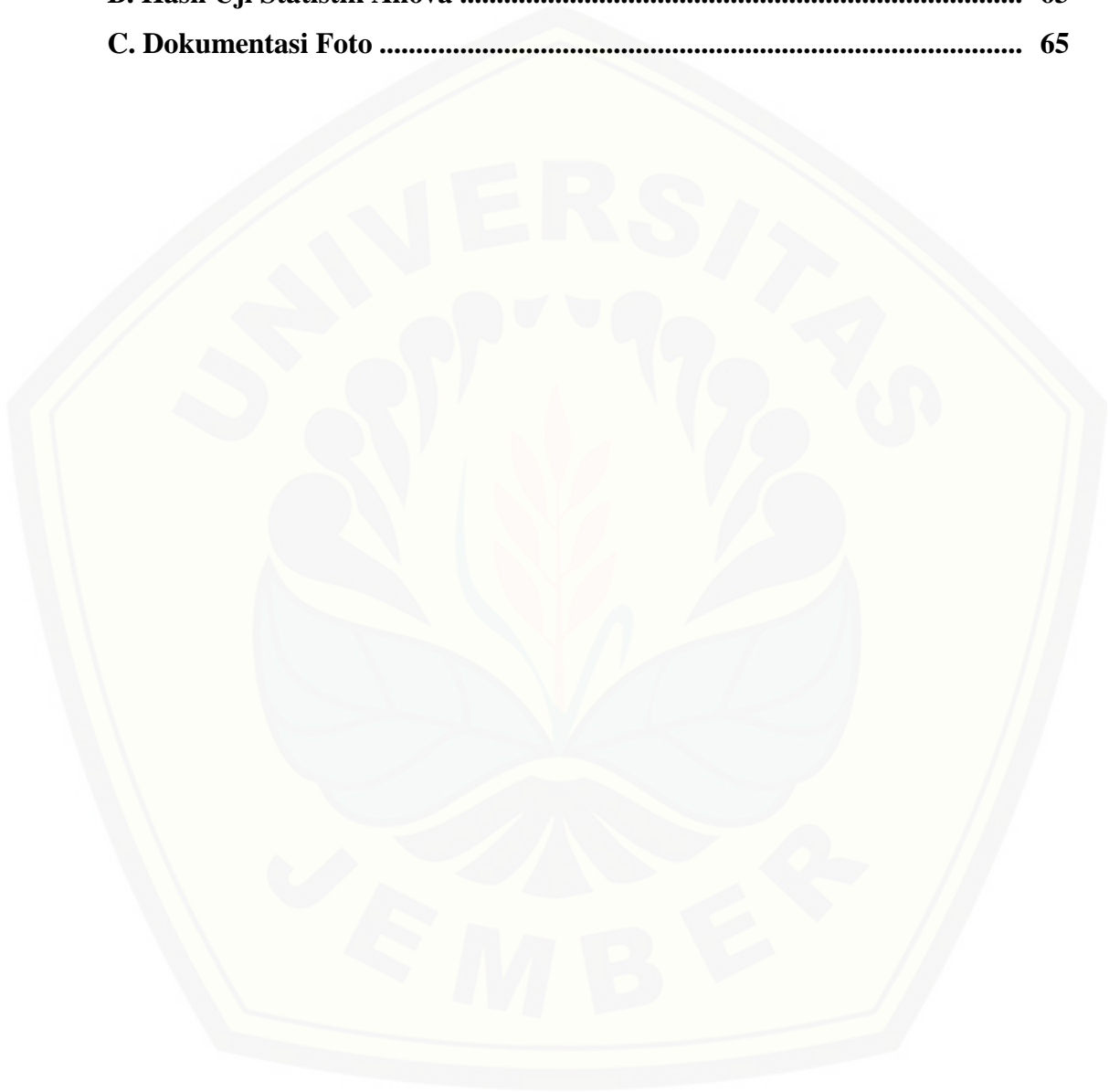
	Halaman
Tabel 2.1 Klasifikasi umum dari bahan pencemar air	8
Tabel 2.2 Empat Kategori Pb dalam Darah Orang Dewasa.....	14
Tabel 2.3 Kandungan Serat Buah Pisang	16
Tabel 2.4 Komposisi Karbohidrat pada Kulit Pisang Raja	16
Tabel 3.1 Tata Letak RAL Penelitian	31
Tabel 3.2 Variabel, Definisi Operasional	33
Tabel 4.1 Rerata Penurunan Kadar Pb pada Setiap Kelompok Perlakuan	40
Tabel 4.2 Hasil Uji Normalitas.....	41
Tabel 4.3 Hasil Uji Post Hoc.....	43

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Pisang Raja.....	15
Gambar 2.2 Struktur Selulosa	17
Gambar 2.3 Kerangka Teori.....	27
Gambar 2.4 Kerangka Konsep	28
Gambar 3.1 Kerangka Operasional	35
Gambar 3.2 Alur Penelitian	38
Gambar 4.1 Kadar Pb Kelompok P₀, P₁, P₂,P₃	39

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Hasil Uji Laboratorium	62
B. Hasil Uji Statistik Anova	63
C. Dokumentasi Foto	65





DAFTAR SINGKATAN

Cu	: Tembaga
Cd	: Kadmium
Fe	: Besi
Pb	: Timbal
Hcl	: Asam Klorida
Ni	: Nikel
Cr	: Krom
gr/L	: Jumlah serbuk selulosa kulit pisang yang akan dilarutkan dalam 1 liter air terkontaminasi
SSA	: Spektrofometri Serapan Atom
P ₀	: Kontrol
P ₁	: Perlakuan pertama
P ₂	: Perlakuan kedua
P ₃	: Perlakuan ketiga

DAFTAR NOTASI

<	= kurang dari
>	= lebih dari
Σ	= jumlah

BAB 1.PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan zat yang paling penting dalam kehidupan setelah udara. Sekitar tiga per empat bagian dari tubuh kita terdiri dari air dan tidak seorangpun dapat bertahan hidup lebih dari 4-5 hari tanpa minum. Air juga dipergunakan untuk memasak, mencuci, mandi dan membersihkan kotoran yang ada di sekitar rumah. Air juga digunakan untuk keperluan industri, pertanian, pemadam kebakaran, tempat rekreasi, transportasi, dan lain-lain. Penyakit-penyakit yang menyerang manusia dapat ditularkan dan disebarkan melalui air. Kondisi tersebut tentunya dapat menimbulkan wabah penyakit dimana-mana (Chandra, 2007:39).

Sampah terdiri dua jenis yaitu sampah organik dan anorganik. Kedua jenis sampah tersebut, menurut Undang-undang nomor 18 tahun 2008, perlu adanya pengelolaan sehingga tidak menimbulkan dampak negatif terhadap kesehatan masyarakat dan lingkungan. Sampah yang merupakan sisa aktivitas manusia setiap hari sering kali menjadi penyebab kotornya lingkungan. Manusia sebagai makhluk berakal mendapatkan tugas dari Tuhan untuk memelihara lingkungan ini. Bukan berarti dengan manusia yang memiliki akal bertugas memelihara lingkungan, lingkungan menjadi bersih dan aman. Berbagai permasalahan lingkungan pun bermunculan. Permasalahan lingkungan yang dimaksud di sini adalah menyangkut pencemaran tanah, air, udara, dan suara (Rahayu, 2010:20).

Pencemaran lingkungan adalah perubahan pada lingkungan yang tidak dikehendaki karena dapat memengaruhi kegiatan, kesehatan dan keselamatan makhluk hidup. Pencemaran lingkungan hidup yang diakibatkan oleh aktivitas manusia dapat memberikan dampak buruk terhadap lingkungan hidup, dan dampak buruk tersebut akan berimbas kepada kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya (Husin, 2009:70). Pembuangan limbah logam berat yang melebihi kemampuan tanah mencerna limbah akan menyebabkan terjadinya pencemaran tanah sehingga menyebabkan turunnya kualitas tanah yang secara tidak langsung menyebabkan pula turunnya kualitas air tanah. Logam berat dalam kadar yang kecil memang terdapat dalam tanah. Namun, akumulasi logam berat yang berlebihan menyebabkan terjadinya keracunan logam berat baik pada tanah

maupun air tanah. Logam berat yang biasa terdapat di lingkungan yaitu Timbal (Pb) dari limbah kendaraan bermotor, Merkuri (Hg) dari ikan yang tercemar limbah industri atau air raksa yang digunakan sebagai pengawet vaksin yang kadarnya melebihi ambang batas aman, Timah hitam (Sn) yang terdapat pada berbagai alat dan pada tempat penambangan serta pengolahan timah hitam, Cadmium (Cd), Stibium (Sb) dan sebagainya.

Keracunan logam berat pada bahan pangan dan air minum dapat menyebabkan terjadinya kelainan pada tumbuh kembang anak apabila bahan pangan dan air minum yang tercemar tersebut dikonsumsi ibu hamil terutama pada masa kehamilan 3 sampai 4 bulan. Menurut UU No 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah, bahwa sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia atau proses alam yang berbentuk padat atau semi padat berupa zat organik atau anorganik bersifat dapat terurai atau tidak dapat terurai yang dianggap sudah tidak berguna lagi dan dibuang ke lingkungan. Tempat Pembuangan Akhir (TPA) atau Tempat Pembuangan Sampah (TPS) adalah sebuah tempat yang berfungsi untuk menimbun sampah. Sejumlah dampak negatif dapat timbul dari keberadaan TPA, contohnya adalah kerusakan infrastruktur akses jalan oleh kendaraan berat berupa truk pengangkut sampah, pencemaran lingkungan setempat seperti pencemaran air tanah yang disebabkan oleh kebocoran dan pencemaran tanah sisa selama pemakaian TPA maupun setelah penutupan TPA, serta pelepasan gas metana yang disebabkan oleh pembusukan sampah organik (Pynkyawati, 2015:129).

Logam berat dalam air umumnya berpengaruh buruk terhadap proses-proses biologis. Kematian ikan dan organisme perairan akibat logam berat dapat terjadi karena keracunan atau kation logam berat dengan fraksi tertentu dalam lender insang sehingga insang terselaputi gumpalan lender logam berat. Akibatnya organisme mati lemas. Timbal (Pb), Seng (Zn), dan Tembaga (Cu), pada umumnya menyebabkan kematian ikan dan organisme perairan lainnya (Sumardjo, 2009:631).

Kulit pisang merupakan bahan buangan (limbah buah pisang) yang cukup banyak jumlahnya. Produksi total buah pisang Kabupaten Jember pada tahun 2013 sebesar 820.672 kwintal. Jenis buah pisang yang banyak dibudidayakan

adalah pisang kepok, pisang hijau, pisang raja, dan pisang susu. Sentra produksi buah pisang ada di Kecamatan Sukowono, Sumberbaru, Panti (Jemberjic.com, 2014). Berdasarkan data statistik hortikultura di Indonesia pada tahun 2013 produksi pisang 6.279.279 ton. Sedangkan pada tahun 2014 produksi pisang di Indonesia sebesar 6.862.558 ton. Berdasarkan data statistik Kabupaten Jember pada tahun 2015 produksi pisang sebesar 587.150 kwintal. Pada tahun 2016 produksi pisang berdasarkan data statistik Kabupaten Jember adalah 623.630 kwintal. Pemilihan jenis kulit pisang raja karena upaya pemanfaatan jenis pisang tersebut sebagai adsorben ion logam berat masih sangat jarang dilakukan padahal apabila ditinjau keberadaannya, jenis kulit pisang raja sangat mudah ditemukan. Selain itu, kulit pisang raja juga memiliki kandungan selulosa yang besar.

Menurut Widyasari (2013:7) Hasil observasi menunjukkan bahwa teknik operasional pengelolaan sampah yang tidak sesuai dengan SNI 19-2454-2002 adalah tidak ada tahap pemilahan antara sampah organik dan an organik sejak tahap pengumpulan. Untuk volume sampah yang dibuang di TPA sebesar 496,51 m³/ hari dengan prosentase sampah organik (61,7%) dan sampah anorganik (38,3%). Rata-rata kadar Pb pada sampel tanah di TPA yaitu 7,174 ppm (< BML 50 ppm), rata-rata kadar Pb pada sampel air lindi yaitu 0,141 ppm (< BML I ppm) dan rata-rata kadar Pb pada air sumur monitoring yaitu 0,152 ppm (> BML 0,05 ppm). Kadar Pb pada air sumur monitoring melebihi BML, dimana air tersebut masih digunakan oleh masyarakat untuk aktivitas sehari-hari sehingga perlu adanya sosialisasi dan peringatan oleh dinas terkait kepada masyarakat sekitar untuk tidak lagi menggunakan air sumur monitoring untuk aktivitas sehari-hari .

Berdasarkan penelitian Hakim (2016:8) adsorben kulit pisang kepok dengan perlakuan NaOH dapat menurunkan kadar Cu²⁺ hingga mencapai 62,4%, sedangkan adsorban kulit pisang kepok tanpa NaOH hanya dapat menurunkan kadar Cu²⁺ sebesar 25,4% pada penyaringan pertama. Adsorban kulit pisang kepok dengan perlakuan NaOH dapat menurunkan kadar Cd²⁺ hingga mencapai 99,21%. Pada penyaringan pertama dan pada penyaringan kedua masing-masing dapat menurunkan 99,18% dan 99,08% untuk kulit pisang tanpa NaOH.

Berdasarkan masalah di atas maka peneliti melakukan penelitian mengenai pemanfaatan serbuk selulosa kulit pisang sebagai media adsorben logam berat Timbal (Pb) pada air sumur di TPA Pakusari.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah “Apakah terdapat perbedaan kadar Pb antara limbah cair yang tidak diberi serbuk selulosa kulit pisang sebagai kelompok kontrol dengan air sumur yang diberi perlakuan penambahan konsentrasi serbuk selulosa kulit pisang 4 g/L, 7 g/L, dan 10 g/L selama 2 jam?”

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan umum

Menganalisis perbedaan kadar Pb air sumur yang tidak diberi serbuk selulosa kulit pisang sebagai kelompok kontrol dengan air sumur yang diberi perlakuan penambahan konsentrasi serbuk selulosa kulit pisang 4 g/L, 7 g/L, dan 10 g/L selama 2 jam.

1.3.2 Tujuan Khusus

- a. Mengukur kadar Pb kelompok kontrol tanpa penambahan serbuk selulosa kulit pisang.
- b. Mengukur kadar Pb yang diberi perlakuan penambahan serbuk selulosa 4 g/L selama 2 jam.
- c. Mengukur kadar Pb yang diberi perlakuan penambahan serbuk selulosa 7 g/L selama 2 jam.
- d. Mengukur kadar Pb yang diberi perlakuan penambahan serbuk selulosa 10g/L selama 2 jam.
- e. Menganalisis perbedaan kadar Pb air sumur yang tidak diberi perlakuan serbuk selulosa kulit pisang dengan air sumur yang diberi penambahan serbuk selulosa 4 g/L, 7 g/L, dan 10 g/L selama 2 jam.

1.4 Manfaat penelitian

1.4.1 Manfaat teoritis

Dapat dijadikan sebagai bahan pengembangan ilmu di bidang kesehatan masyarakat khususnya dalam bidang kesehatan lingkungan tentang pengolahan limbah cair

1.4.2 Manfaat praktis

a. Bagi Peneliti

Memberikan pengetahuan dan wawasan baru tentang pencemaran timbal dan penggunaan serbuk selulosa sebagai adsorben dalam menurunkan kadar timbal pada air sumur.

b. Bagi Masyarakat

- 1) Masyarakat dapat memanfaatkan serbuk selulosa kulit pisang sebagai media adsorben logam berat.
- 2) Secara praktis penelitian ini diharapkan dapat membantu masyarakat secara tidak langsung dalam penanggulangan masalah pencemaran timbal.

c. Bagi Fakultas

Memberikan informasi mengenai pemanfaatan kulit pisang sebagai media adsorben dalam menurunkan kadar timbal (Pb) pada air sumur.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air

Air merupakan zat yang paling penting dalam kehidupan setelah udara. Sekitar tiga per empat bagian dari tubuh kita terdiri dari air dan tidak seorangpun dapat bertahan hidup lebih dari 4-5 hari tanpa minum. Air juga dipergunakan untuk memasak, mencuci, mandi dan membersihkan kotoran yang ada di sekitar rumah. Air juga digunakan untuk keperluan industri, pertanian, pemadam kebakaran, tempat rekreasi, transportasi, dan lain-lain. Penyakit-penyakit yang menyerang manusia dapat ditularkan dan disebarkan melalui air. Kondisi tersebut tentunya dapat menimbulkan wabah penyakit dimana-mana (Chandra, 2007:39).

Air yang diperuntukkan bagi konsumsi manusia harus berasal dari sumber yang bersihkan aman. Batasan-batasan sumber air yang bersih dan aman tersebut, antara lain:

- a. Bebas dari kontaminasi kuman atau bibit penyakit.
- b. Bebas dari substansi kimia yang berbahaya dan beracun.
- c. Tidak berasa dan tidak berbau.
- d. Dapat dipergunakan untuk mencukupi kebutuhan domestik dan rumah tangga.
- e. Memenuhi standar minimal yang ditentukan oleh WHO atau departemen kesehatan RI .

Air dinyatakan tercemar bila mengandung bibit-bibit penyakit, parasit, bahan-bahan kimia yang berbahaya, dan sampah atau limbah industri (Chandra,2007:40).

Air yang berada di permukaan bumi dapat berasal dari berbagai sumber. Berdasarkan letak sumbernya, air dapat dibagi menjadi air angkasa (hujan), air permukaan, dan air tanah (Chandra, 2007:42).

1) Air Angkasa (Hujan)

Air angkasa atau air hujan merupakan sumber utama di bumi. Walau pada saat presipitasi merupakan air yang paling bersih, air tersebut cenderung mengalami pencemaran ketika berada di atmosfer. Pencemaran yang berlangsung

di atmosfer itu dapat disebabkan oleh partikel debu, mikroorganisme, dan gas, misalnya, karbondioksida, nitrogen, dan ammonia.

2) Air Permukaan

Air permukaan yang meliputi badan-badan air semacam sungai, danau, telaga, waduk, rawa, terjun, dan sumur permukaan, sebagian besar berasal dari air hujan yang jatuh ke permukaan bumi. Air hujan tersebut kemudian akan mengalami pencemaran baik oleh tanah, sampah, maupun lainnya.

3) Air Tanah

Air tanah (*ground water*) berasal dari air hujan yang jatuh ke permukaan bumi yang kemudian mengalami perlokasi atau penyerapan ke dalam tanah dan mengalami proses filtrasi alamiah. Proses-proses yang telah dialami air hujan tersebut, di dalam perjalanannya ke bawah tanah, membuat air tanah menjadi lebih baik dan lebih murni dibandingkan air permukaan. Air tanah memiliki kelebihan dibanding sumber air lain. Pertama, air tanah biasanya bebas dari kuman penyakit dan tidak perlu mengalami proses purifikasi atau penyernihan. Persediaan air tanah juga cukup tersedia sepanjang tahun, saat musim kemarau sekalipun. Air tanah juga memiliki beberapa kerugian atau kelemahan dibanding sumber air lainnya. Air tanah mengandung zat-zat mineral dalam konsentrasi yang tinggi. Konsentrasi yang tinggi dari zat-zat mineral semacam magnesium, kalsium, dan logam berat seperti besi dapat menyebabkan kesadahan air. Untuk mengisap dan mengalirkan air ke atas permukaan, diperlukan pompa.

2.2 Pencemaran Air

Pencemaran air diakibatkan oleh masuknya bahan pencemar (polutan) yang dapat berupa gas, bahan-bahan terlarut, dan partikulat. Pencemar memasuki badan air dengan berbagai cara, misalnya melalui atmosfer, tanah, limpasan (*run off*) pertanian, limbah domestik dan perkotaan, pembuangan limbah industri, dan lain-lain. Bahan pencemar (polutan) adalah bahan-bahan yang bersifat asing bagi alam itu sendiri yang memasuki suatu tatanan ekosistem sehingga mengganggu peruntukan ekosistem tersebut. Berdasarkan cara masuknya ke dalam lingkungan,

polutan dikelompokkan menjadi dua, yaitu polutan alamiah dan polutan antropogenik. Polutan alamiah adalah polutan yang memasuki suatu lingkungan (misalnya badan air) secara alami, misalnya akibat letusan gunung berapi, tanah longsor, banjir, dan fenomena alam yang lain. Polutan yang memasuki suatu ekosistem secara alamiah sukar dikendalikan. Polutan antropogenik adalah polutan yang masuk ke badan air akibat aktivitas manusia, misalnya kegiatan domestik (rumah tangga), kegiatan urban (perkotaan), maupun kegiatan industri (Effendi, 2003:195-196).

Bahan pencemar air secara umum dapat diklasifikasikan seperti pada Tabel 2.1. Tidak semua perairan mengandung bahan pencemar yang sama karena terjadinya pencemaran ditentukan oleh banyak faktor.

Tabel 2.1 Klasifikasi Umum dari Bahan Pencemar Air

Jenis bahan pencemar	Pengaruhnya
Unsur-unsur renik	Kesehatan, biota akuatik
Senyawa organ logam	Transpor logam
Polutan anorganik	Toksisitas, biota akuatik
Asbestos	Kesehatan manusia
Hara-ganggang	Eutrofikasi
Radionuklida	Toksisitas
Zat pencemar organik renik	Toksisitas
Pestisida	Toksisitas, biota akuatik, satwa liar
PCB	Kesehatan manusia
Karsinogen	Penyebab kanker
Limbah minyak	Satwa liar, estetika
Patogen	Kesehatan manusia
Detergen	Introfikasi, estetika
Sedimen	Kualitas air, estetika
Rasa, bau, dan warna	Estetika

Sumber : Hasrianti, 2012

2.3 Logam Berat

Logam berat masih termasuk golongan logam dengan kriteria-kriteria yang sama dengan logam-logam lain. Perbedaannya terletak dari pengaruh yang dihasilkan bila logam berat ini berikatan dan atau masuk ke dalam tubuh organisme tubuh hidup. Sebagai contoh, bila unsur logam besi (Fe) masuk ke dalam tubuh, meski dalam jumlah agak berlebihan, biasanya tidak menimbulkan pengaruh yang buruk terhadap tubuh. Sedangkan unsur logam berat baik itu logam berat beracun yang dipentingkan seperti tembaga (Cu), bila masuk ke

dalam tubuh dalam jumlah berlebihan akan menimbulkan pengaruh-pengaruh buruk terhadap fungsi fisiologis tubuh (Palar, 2012:23-24).

Saat ini, beban pencemaran dalam lingkungan air sudah semakin berat dengan masuknya limbah industri dari berbagai bahan kimia yang kadang kala sangat berbahaya dan beracun meskipun dalam konsentrasi yang masih rendah seperti bahan pencemar logam-logam berat. Istilah logam berat sebetulnya dapat dipergunakan secara luas terutama dalam perpustakaan ilmiah. Karakteristik dari kelompok logam berat antara lain memiliki gravitas spesifik yang sangat besar yaitu lebih dari 4, mempunyai nomor atom 22-34 dan 40-50 serta unsur-unsur lantanida, mempunyai respon biokimia khas pada organisme hidup. Beberapa logam berat tersebut banyak digunakan dalam berbagai keperluan. Oleh karena itu, beberapa logam diproduksi secara rutin dalam skala industri. Penggunaan logam-logam berat tersebut dalam berbagai keperluan sehari-hari berarti secara langsung maupun tidak langsung, atau sengaja maupun tidak sengaja, telah mencemari lingkungan. Logam-logam berat diketahui dapat terakumulasi di dalam tubuh suatu organisme dan tetap tinggal dalam tubuh dalam jangka waktu yang lama sebagai racun.

Menurut Palar (2012:23) logam berat masih termasuk golongan logam dengan kriteria-kriteria yang sama dengan logam-logam lain. Perbedaannya terletak dari pengaruh yang dihasilkan bila logam berat ini berikatan dan atau masuk ke dalam tubuh organisme hidup. Sebagai contoh, bila unsur logam besi (Fe) masuk ke dalam tubuh, meski dalam jumlah agak berlebihan, logam tersebut tidaklah menimbulkan pengaruh yang buruk terhadap tubuh karena unsur besi (Fe) dibutuhkan dalam darah untuk mengikat oksigen. Sedangkan unsur logam berat baik itu logam berat beracun yang dipentingkan seperti tembaga (Cu) bila masuk ke dalam tubuh dalam jumlah berlebihan akan menimbulkan pengaruh-pengaruh buruk terhadap fungsi fisiologis tubuh.

Menurut Palar (2012), logam berat berdasarkan sifat racunnya dapat dikelompokkan menjadi 4 golongan yaitu :

- a. Sangat beracun, dapat mengakibatkan kematian ataupun gangguan kesehatan yang pulih dalam waktu yang singkat. logam-logam tersebut adalah Hg, Pb, Cd, Cr, dan As.

- b. Moderat. yaitu mengakibatkan gangguan kesehatan baik yang pulih maupun tidak dalam waktu yang relatif lama. logam-logam tersebut adalah Ba, Be, Cu, Au, Li, Mn, Se, Te, Co, dan Rb.
- c. Kurang beracun. logam ini dalam jumlah besar menimbulkan gangguan kesehatan. logam-logam tersebut adalah Al, Bi, Co, Fe, Mg, Ni, K, Ag, Ti, dan Zn.
- d. Tidak beracun. yaitu tidak menimbulkan gangguan kesehatan. Logam-logam tersebut adalah Na, Sr, dan Ca.

2.4 Timbal (Pb)

2.4.1 Definisi Timbal (Pb)

Timbal (Pb) adalah suatu logam berat berwarna kelabu kebiruan dan terdapat dalam jumlah kecil pada batu-batuan, tanah dan tumbuh-tumbuhan. Bijih timbal yang terpenting adalah galena (PbS) yang biasanya ditemukan bersama sulfida perak, tembaga, arsen, antimoni, bismut dan timah. Bijih timbal lain yang banyak dijumpai adalah serusit (PbCO₃) dan anglesit (PbCO₄). Timbal komersial dihasilkan melalui penambangan, peleburan, pengilangan, dan pengolahan ulang sekunder. Timbal digunakan pada pelindung kabel listrik, pembuatan pipa-pipa, sambungan penyekat, tangki, dan genting atap, pembuatan baterai, panci pemanas dan lain-lain (Anies, 2006:155).

2.4.2 Sifat-sifat Timbal

Polusi timbal (Pb) dapat terjadi di udara, air maupun tanah. Kandungan timbal di dalam tanah rata-rata adalah 16 ppm, tetapi pada daerah-daerah tertentu mungkin dapat mencapai beberapa ribu ppm. Kandungan timbal di dalam udara seharusnya rendah karena nilai tekanan uapnya rendah. Untuk mencapai tekanan uap 1 torr, timbal atau komponen-komponen timbal membutuhkan suhu lebih dari 800° C, berbeda dengan merkuri di mana tekanan uap 1 torr dapat dicapai pada suhu yang jauh lebih rendah yaitu 126° C (Fardiaz, 2014:58-59).

Timbal banyak digunakan untuk berbagai keperluan karena sifat-sifatnya sebagai berikut:

- 1) Timbal mempunyai titik cair rendah sehingga jika digunakan dalam bentuk cair dibutuhkan teknik yang cukup sederhana dan tidak mahal.
- 2) Timbal merupakan logam yang lunak sehingga mudah diubah menjadi berbagai bentuk.
- 3) Sifat kimia timbal menyebabkan logam ini dapat berfungsi sebagai lapisan pelindung jika kontak dengan udara lembab.
- 4) Timbal dapat membentuk alloy dengan logam lainnya, dan alloy yang terbentuk mempunyai sifat berbeda dengan timbal yang murni.
- 5) Densitas timbal lebih tinggi dibandingkan dengan logam lainnya kecuali emas dan merkuri..

2.4.3 Efek Timbal (Pb)

Keracunan logam berat pada bahan pangan dan air minum dapat menyebabkan terjadinya kelainan pada tumbuh kembang anak apabila bahan pangan dan air minum yang tercemar tersebut dikonsumsi ibu hamil terutama pada masa kehamilan 3 sampai 4 bulan. Sebagian anak mengalami gejala autisme akibat keracunan logam berat. Hal ini mungkin berkaitan dengan teori genetik, salah satunya berkaitan dengan teori Metalotionin. Beberapa penelitian autisme ditemukan adanya gangguan metabolisme metalotionin. Metalotionin merupakan sistem yang utama yang dimiliki oleh tubuh dalam mendetoksifikasi air raksa, timbal dan logam berat lainnya. Setiap logam berat memiliki afinitas yang berbeda terhadap metalotionin. Berdasarkan afinitas tersebut air raksa memiliki afinitas yang paling kuat terhadap metalotionin dibandingkan logam berat lainnya.

Berdasarkan beberapa penelitian yang telah dilaporkan para ahli menunjukkan bahwa gangguan metalotionin disebabkan oleh beberapa hal di antaranya adalah : defisiensi Zinc, jumlah logam berat yang berlebihan atau keracunan logam berat, defisiensi sistein, malfungsi regulasi element logam dan kelainan genetik, antara lain pada gen pembentuk metalotionin. Keracunan yang disebabkan oleh keberadaan logam berat Pb dalam tubuh mempengaruhi banyak jaringan dan organ tubuh. Organ-organ tubuh yang banyak menjadi sasaran dari

peristiwa keracunan logam berat Pb adalah sistem syaraf, sistem ginjal, sistem reproduksi, sistem endokrin, dan jantung. Setiap bagian yang diserang oleh racun Pb akan memperlihatkan efek yang berbeda-beda (Palar, 2012:86) .

1. Efek timbal dalam proses sintesa haemoglobin

Senyawa timbal yang terdapat dalam tubuh akan mengikat gugus aktif dan enzim ALAD. Enzim ALAD merupakan enzim jenis sitoplasma yang akan bereaksi secara aktif pada tahap awal sintesa dan selama sirkulasi sel darah merah berlangsung. Sehingga dapat menimbulkan hal-hal sebagai berikut:

- 1) Meningkatkan kadar ALA dalam darah dan urine
- 2) Meningkatkan kadar protophorphirin dalam sel darah merah
- 3) Memperpendek umur sel darah merah
- 4) Menurunkan jumlah sel darah merah
- 5) Menurunkan kadar retikulosit (sel-sel darah merah yang masih muda)

2. Efek Pb Pada Sistem Syaraf

Efek pencemaran Pb terhadap kerja otak lebih sensitif pada anak-anak dibandingkan pada orang dewasa. Paparan menahun dengan Pb dapat menyebabkan *lead encephalopathy*. Gambaran klinis yang timbul adalah rasa malas, gampang tersinggung, sakit kepala, tremor, halusinasi, gampang lupa, sukar konsentrasi dan menurunnya kecerdasan. Pada anak dengan kadar Pb darah (Pb-B) sebesar 40-80 $\mu\text{g}/100$ ml dapat timbul gejala gangguan hematologis, namun belum tampak adanya gejala *lead encephalopathy*. Gejala yang timbul pada *lead encephalopathy* antara lain adalah rasa canggung, mudah tersinggung, dan penurunan pembentukan konsep. Apabila pada masa bayi sudah mulai terpapar oleh Pb, maka pengaruhnya pada profil psikologis dan penampilan pendidikannya akan tampak pada umur sekitar 5-15 tahun. Akan timbul gejala tidak spesifik berupa hiperaktifitas atau gangguan psikologis jika terpapar Pb pada anak berusi 21 bulan sampai 18 tahun.

3. Efek Pb Terhadap Sistem Urinaria

Timbal yang masuk ke dalam tubuh akan masuk ke dalam aliran darah. Ikut sertanya senyawa timbal yang terlarut dalam darah ke sistem urinaria dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan pada saluran ginjal. Kerusakan yang terjadi

disebabkan terbentuknya intranuclear inclusion bodies yang disertai dengan membentuk amnoiduria (terjadinya kelebihan asam amino dalam urine).

4. Efek Pb Terhadap Sistem Reproduksi

Efek pada sistem reproduksi dapat berupa gangguan produksi sperma, peningkatan resiko keguguran, kehamilan preterm, penurunan umur gestasi, berat lahir rendah dan gangguan perkembangan neurologi.

5. Efek Pb Terhadap Sistem Endokrin

Efek yang dapat ditimbulkan oleh keracunan Pb terhadap fungsi sistem endokrin mungkin merupakan yang paling sedikit yang pernah diteliti dibandingkan sistem-sistem lain dari tubuh. Pengukuran terhadap steroid dalam urine pada kondisi paparan Pb yang berbeda dapat digunakan untuk melihat hubungan penyerapan Pb oleh sistem endokrin. Dari pengamatan yang dilakukan dengan paparan Pb yang berbeda terjadi pengurangan pengeluaran steroid dan terus mengalami peningkatan dalam posisi minus. Kecepatan pengeluaran aldosterone juga mengalami penurunan selama pengurangan konsumsi garam pada orang yang keracunan Pb dari penyulingan alcohol. Endokrin lain yang diuji pada manusia adalah endokrin tiroid. Fungsi dari tiroid sebagai hormone akan mengalami tekanan bila manusia kekurangan I^{131} (yodium isotope 131).

6. Efek Logam Pb Terhadap Jantung

Timbal yang masuk ke dalam tubuh juga dapat merusak organ jantung. Namun sejauh ini perubahan otot jantung sebagai akibat dari keracunan timbal baru ditemukan pada anak-anak. Perubahan tersebut dapat dilihat dari ketidaknormalan EKG.

Selain dampak tersebut, beberapa hal juga mempengaruhi tingkat toksisitas timbal terhadap tubuh. Status kesehatan, status gizi dan tingkat kekebalan (imunologi). Keadaan sakit atau disfungsi dapat mempertinggi tingkat toksisitas timbal atau dapat mempermudah terjadinya kerusakan organ. Malnutrisi, hemoglobinopati dan enzimopati seperti anemia dan defisiensi glukosa-6-fosfat dehidrogenase juga meningkatkan kerentanan terhadap paparan timbal. Kurang gizi akan meningkatkan kadar timbal yang bebas dalam darah. Diet rendah kalsium menyebabkan peningkatan kadar timbal dalam jaringan lunak dan efek racun pada sistim hematopoeitik. Diet rendah kalsium dan fosfor juga akan

meningkatkan absorpsi timbal di usus. Defisiensi besi, diet rendah protein dan diet tinggi lemak akan meningkatkan absorpsi timbal, sedangkan pemberian zinc dan vitamin C secara terus menerus akan menurunkan kadar timbal dalam darah, walaupun pajanan timbal terus berlangsung.

2.3.4 Tingkat Timbal (Pb) Normal dalam Tubuh

Evaluasi terhadap keterpaparan logam Pb, dapat dilakukan dengan mengetahui batas normal konsentrasi Pb dalam jaringan-jaringan dan cairan tubuh. Pada manusia dewasa jumlah kandungan atau konsentrasi Pb dalam darah tidak sama. Berdasarkan pada perbedaan-perbedaan tersebut, maka konsentrasi Pb dalam darah dapat digolongkan ke dalam 4 kategori yang disajikan pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Empat Kategori Pb Dalam Darah Orang Dewasa

Kategori	Mg Pb/100 mL (Darah)	Deskripsi
A (normal)	< 40	Normal
B (dapat ditoleransi)	40-80	Masih dapat ditoleransi
C (berlebih)	80-120	Mulai memperlihatkan tanda-tanda keracunan ringan
D (tingkat bahaya)	>120	Mulai memperlihatkan tanda-tanda keracunan berat

Sumber: Palar (2012)

Menunjukkan bahwa bila manusia terpapar oleh Pb dalam batasan normal atau dalam batasan toleransi, maka daya racun yang dimiliki oleh Pb tidak akan bekerja dan tidak menimbulkan pengaruh apa-apa. Tetapi bila jumlah yang diserap telah mencapai batas ambang dan atau bahkan melebihi ambang batas, maka individu yang terpapar akan memperlihatkan gejala keracunan Pb (Palar, 2012).

2.5 Pisang

Pisang berasal dari dua spesies liar yaitu *Musa acuminata* (A) dan *Musa balbisiana* (B) dan berasal dari kawasan Asia Tenggara (Malaysia, Indonesia, Philipina, Borneo, dan Papua Nugini). Tanaman pisang kemudian menyebar luas ke kawasan Afrika (Madagaskar), Amerika Selatan, dan Amerika Tengah. Penyebaran tanaman ini selanjutnya hampir merata ke seluruh dunia,

yakni meliputi daerah tropik dan subtropik, dimulai dari Asia Tenggara ke timur melalui Lautan teduh sampai ke Hawaii. Selain itu, tanaman pisang menyebar ke barat melalui Samudra Atlantik, Kepulauan Kanari, sampai benua Amerika (Suyanti dan Supriyadi, 2010:6).



Gambar 2.1 Pisang Raja

2.6 Tanaman Pisang Raja

Pisang raja merupakan jenis tanaman berbiji, berbatang semu yang dapat tumbuh sekitar 2,1 - 2,9 meter, berakar serabut yang tumbuh menuju bawah sampai kedalaman 75 - 150 cm, memiliki batang semu tegak yang berwarna hijau hingga merah dan memiliki noda coklat atau hitam pada batangnya. Helaian daunnya berbentuk lanset memanjang yang letaknya tersebar dengan bagian bawah daun tampak berlilin. Daun ini diperkuat oleh tangkai daun yang panjangnya antara 30 - 40 cm. Memiliki bunga yang bentuknya menyerupai jantung, berkelamin satu yaitu berumah satu dalam satu tandan dan berwarna merah tua. Buahnya melengkung ke atas, dalam satu kesatuan terdapat 13 - 16 buah dengan panjang sekitar 16 - 20 cm (Daniells, dkk., 2001).

Pisang raja memiliki buah yang jumlahnya ± 90 buah setiap tandannya. Dalam setiap tandan pisang raja berjumlah 6-8 sisir, setiap sisirnya pisang raja berjumlah 14-16 buah. Panjang pisang raja antartara 12-18 cm dan memiliki diameter sekitar 3,2 cm (Suyanti, 2010: 30).

2.7 Kulit Pisang

2.7.1 Definisi

Kulit pisang merupakan bahan buangan (limbah buah pisang) yang cukup banyak jumlahnya.. Kulit buah pisang juga dapat diekstrak untuk dibuat pektin. Bagian dalam kulit pisang matang yang dikerok dan dihancurkan dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan nata pisang. Manfaat lain dari kulit pisang dapat dijadikan pembunuh larva serangga, yakni dengan menambahkan sedikit urea dan pemberian bakteri. Berdasarkan hasil temuan dari Taiwan diketahui bahwa kulit pisang yang mengandung B₆ dan serotonin dapat diekstrak dan dimanfaatkan untuk kesehatan mata (Suyanti, 2010: 14).

Tabel 2.3 Kandungan Serat Buah Pisang

Sumber Karbon	Konsentrasi
Lignin (%)	60
Selulosa (%)	25
Hemiselulosa(%)	15

Sumber : Suyanti (2010).

Tabel 2.4 Komposisi Karbohidrat pada Kulit Pisang Raja

Sumber Karbon	Konsentrasi
Glukosa (nmol/L)	2,4
Fruktosa (nmol/L)	6,2
Sukrosa (nmol/L)	2,6
Maltosa (nmol/L)	0
Pati (nmol/L)	1,2
Selulosa (nmol/L)	8,4
Gula total (nmol/L)	29
Lignin (%)	6 – 12
Pektin (%)	10 – 21
Hemiselulosa (%)	6,4 – 9,4

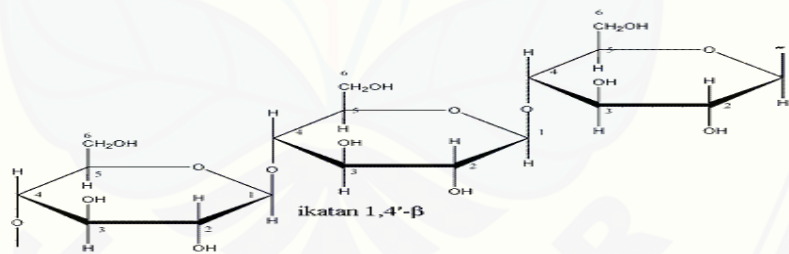
Sumber : Ongelina (2013).

2.7.2 Manfaat Kulit Pisang Raja

Kulit pisang memiliki banyak manfaat. Kulit buah pisang raja digunakan sebagai obat penyakit kuning, antidiare, obat gangguan pencernaan (dispepsia) seperti penyakit maag, obat luka, menurunkan kolesterol darah, dapat digunakan sebagai tepung untuk olahan makanan (Cahyono, 2009), melembabkan kulit, menghilangkan bekas cacar, menghaluskan tangan dan kaki, antinyamuk dan menjaga kesehatan retina mata dari kerusakan akibat cahaya berlebih.

2.8 Selulosa

Glukosa yang memiliki bobot molekul 50.000-500.000 ini terdapat dalam dinding sel tanaman dan memberikan kekuatan terhadap dinding sel tanaman tersebut. Struktur kimia selulosa berupa rantai yang tidak bercabang dan tersusun atas satuan-satuan β -D-Glukopiranososa dengan ikatan glikosida 1,4. Analisis sinar-X membuktikan bahwa selulosa berupa rantai-rantai panjang sejajar yang terikat menjadi satu ikatan hidrogen. Hal ini menyebabkan selulosa berbentuk serat-serat panjang (Sumardjo, 2009: 230). Selulosa tidak mudah didegradasi secara kimia maupun mekanis. Di alam, biasanya selulosa berasosiasi dengan polisakarida lain seperti hemiselulosa atau lignin membentuk kerangka utama dinding sel tumbuhan (Holtzaple et al 2003). Unit penyusun (*building block*) selulosa adalah selobiosa karena unit keterulangan dalam molekul selulosa adalah 2 unit gula (D-glukosa). Selulosa adalah senyawa yang tidak larut di dalam air dan ditemukan pada dinding sel tumbuhan terutama pada tangkai, batang, dahan, dan semua bagian berkayu dari jaringan tumbuhan. Selulosa merupakan polisakarida struktural yang berfungsi untuk memberikan perlindungan, bentuk, dan penyangga terhadap sel, dan jaringan (Lehninger 1994).



Gambar 2.2 Struktur Selulosa (sumber: kimia.upi.edu)

Selulosa tidak pernah ditemukan dalam keadaan murni di alam, tetapi selalu berasosiasi dengan polisakarida lain seperti lignin, pectin, hemiselulosa, dan xilan. Kebanyakan selulosa berasosiasi dengan lignin sehingga sering disebut sebagai lignoselulosa. Selulosa, hemiselulosa dan lignin dihasilkan dari proses fotosintesis. Di dalam tumbuhan molekul selulosa tersusun dalam bentuk fibril yang terdiri atas beberapa molekul paralel yang dihubungkan oleh ikatan glikosidik sehingga sulit diuraikan. Komponen-komponen tersebut dapat

diuraikan oleh aktifitas mikroorganisme. Beberapa mikroorganisme mampu menghidrolisis selulosa untuk digunakan sebagai sumber energi, seperti bakteri dan fungi (Sukumaran *et.al* 2005).

Berdasarkan derajat polimerisasi dan kelarutan dalam senyawa natrium hidroksida 17,5%, selulosa dapat dibedakan atas tiga jenis yaitu :

1. Selulosa α (*Alpha Cellulose*) adalah selulosa berantai panjang, tidak larut dalam larutan NaOH 17,5% atau larutan basa kuat dengan derajat polimerisasi 600 – 1500.
2. Selulosa β (*Beta Cellulose*) adalah selulosa berantai pendek, larut dalam larutan NaOH 17,5 % atau basa kuat dengan derajat polimerisasi 15 – 90, dapat mengendap bila dinetralkan.
3. Selulosa γ (*Gamma Cellulose*) adalah sama dengan selulosa β , tetapi derajat polimerisasinya kurang dari 15.

Sifat – sifat selulosa adalah :

- Tidak berwarna
- Tidak larut dalam air dan alkali
- Dapat dihidrolisis sempurna dalam suasana asam menghasilkan glukosa
- Hidrolisis tak sempurna menghasilkan maltosa

Selulosa α merupakan kualitas selulosa yang paling tinggi (murni). Selulosa α >92% memenuhi syarat untuk digunakan sebagai bahan baku utama pembuatan propelan dan atau bahan peledak. Sedangkan selulosa kualitas dibawahnya digunakan sebagai bahan baku pada industri kertas dan industri sandang / kain (Sinaga, M. Z. E, 2011). Morfologi selulosa mempunyai pengaruh besar pada reaktivitasnya. Gugus – gugus hidroksil yang terdapat dalam daerah – daerah *amorf* sangat mudah dicapai dan mudah bereaksi, sedangkan gugus – gugus hidroksil yang terdapat dalam daerah kristalin dengan berkas yang rapat dan ikatan antar rantai yang kuat mungkin tidak dapat dicapai sama sekali. Pembengkakan awal selulosa diperlukan baik dalam eterifikasi (alkali) maupun dalam esterifikasi (asam) (Sinaga, M. Z. E, 2011).

Ditinjau dari strukturnya, diharapkan selulosa mempunyai kelarutan yang besar dalam air, karena banyaknya kandungan gugus hidroksil yang dapat membentuk ikatan hidrogen dengan air. Akan tetapi kenyataannya tidak demikian,

selulosa bukan hanya tak larut dalam air tetapi juga dalam pelarut lain. Penyebabnya ialah kekakuan rantai dan tingginya gaya antar-rantai akibat ikatan hidrogen antar gugus hidroksil pada rantai yang berdekatan. Faktor ini dipandang menjadi penyebab kekristalan yang tinggi dari serat selulosa.

Jika ikatan hidrogen berkurang, gaya antaraksi pun berkurang, dan oleh karenanya gugus hidroksil selulosa harus diganti sebagian atau seluruhnya oleh pengesteran. Selulosa dengan morfologi yang baru sedang dikembangkan yang dikenal sebagai MFC (*Micro Fibrillated Cellulose*). MFC adalah selulosa dari pulp yang sudah mengalami proses *refiner* dan *homogenizer* sampai ukurannya berskala nano.

2.9 Enzim Selulosa

Enzim adalah katalis biologis/senyawa yang mempercepat proses reaksi tanpa ikut bereaksi dalam suatu reaksi kimia organik. Seluruh enzim adalah protein. Molekul awal yang disebut substrat untuk menghasilkan senyawa imtermediat melalui suatu reaksi kimia organik yang membutuhkan energi aktivasi lebih rendah, sehingga percepatan reaksi kimia terjadi karena reaksi kimia dengan energi aktivasi lebih tinggi, membutuhkan waktu lebih lama (Palmer 1995). Salah satu jenis enzim yang dapat menghidrolisis ikatan $\beta(1-4)$ pada selulosa adalah enzim selulase. Enzim selulase merupakan enzim yang memegang peranan penting dalam proses biokonversi limbah-limbah organik berselulosa menjadi glukosa, protein sel tunggal, makanan ternak, etanol dan lain-lain. Selulase merupakan enzim ekstraseluler yang terdiri atas kompleks β -1,4-glukonase (CMCase, Cx selulose endoselulase, atau *carboxymethyl cellulase*), kompleks ekso- β -1,4-glukonase (aviselase, selobiohidrolase, C1 selulase), dan β -1,4-glukosidase atau selobiase (Meryandini dkk, 2009).

Menurut Enari (1983) mengelompokkan enzim utama selulase berdasarkan spesifikasi substrat masing-masing enzim yaitu :

1. Endo- β -1,4-glukanase (β -1,4-D-glukan-4-glukanohidrolase, EC 3.2.1.4) menghidrolisis ikatan glikosidik β -1,4 secara acak. Enzim ini dapat bereaksi dengan selulosa kristal tetapi kurang aktif. Enzim ini secara umum dikenal sebagai CMC-ase atau selulase Cx.

2. β -1,4-D-glukan selobiohidrolase (EC.3.2.1.91) atau secara umum dikenal dengan selulase C1, memutus ujung rantai selulosa non pereduksi dan membebaskan selobiosa.
3. β -1,4-D-glukan glukohidrolase (EC.3.2.1.74) memutus ujung rantai selulosa non pereduksi dan membebaskan glukosa. Enzim ini menghidrolisis selulosa yang telah dilunakkan dengan asam fosfat, selo-oligosakarida dan CMC.
4. β -1,4-glikosidase (β -1,4-D-glukosida glukohidrolase, EC 3.2.1.21) menghidrolisis selobiosa dan rantai pendek selo-oligosakarida yang menghasilkan glukosa. Enzim ini tidak dapat memecah selulosa dan selodekstrin. 14

2.10 Manfaat Selulosa

Menurut Arroyo (2009:43) selulosa merupakan komponen utama penyusun kertas. Selulosa merupakan senyawa organik dengan rumus $(C_6H_{10}O_5)_n$, sebuah polisakarida yang terdiri dari rantai linier dari beberapa ratus hingga lebih dari sepuluh ribu ikatan $\beta(1\rightarrow4)$ unit D-glukosa. Selulosa merupakan komponen struktural utama dinding sel dari tanaman hijau, banyak bentuk ganggang dan Oomycetes. Beberapa spesies bakteri mengeluarkan itu untuk membentuk biofilm. Selulosa adalah senyawa organik yang paling umum di Bumi. Sekitar 33% dari semua materi tanaman adalah selulosa (isi selulosa dari kapas adalah 90% dan dari kayu adalah 40-50%). Selulosa tidak dapat dicerna oleh manusia, hanya dapat dicerna oleh hewan yang memiliki enzim selulase.

2.11 Serbuk

Laju reaksi adsorpsi dapat dipengaruhi oleh luas permukaan bidang sentuh antara zat-zat yang bereaksi. Suatu zat padat akan lebih cepat bereaksi jika permukaannya diperluas dengan cara mengubah bentuk kepingan menjadi serbuk atau ukuran diperkecil. Pembuatan adsorben dalam bentuk serbuk yang seragam bertujuan untuk memperluas bidang kontak antara adsorben dengan larutan sehingga proses penyerapan dapat berjalan secara optimal. Luas permukaan merupakan salah satu karakter fisik yang berhubungan langsung dengan kemampuan adsorpsi terhadap zat-zat yang akan diserap. Bila adsorben memiliki luas permukaan besar akan memberikan bidang kontak yang

lebih besar antara adsorben dan adsorbatnya sehingga adsorbat dapat terserap lebih banyak. Dalam bentuk serbuk, ukurannya menjadi lebih kecil tetapi jumlahnya banyak sehingga luas permukaan bidang tumbukan antara zat pereaksi akan semakin besar. Saat suatu zat ditambahkan ke dalam suatu larutan lain, permukaan zat tersebut akan bersentuhan dengan larutan. Menurut teori tumbukan, semakin besar permukaan zat yang bersentuhan dengan partikel lain, peluang terjadinya reaksi adsorpsi semakin banyak sehingga reaksi antar zat dengan larutan semakin cepat (Imtisa, 2015: 24).

2.12 Proses Adsorpsi

Adsorpsi adalah proses terikatnya suatu zat yang berada sebagai fasa gas, fasa cair maupun larutan pada permukaan suatu padatan. Interaksi yang terjadi antara adsorbat dengan adsorben akan menyebabkan perubahan pada sifat adsorbat. Pada peristiwa adsorpsi terjadi pelepasan kalor (eksoterm). Menurut Atkins (1996: 437-438), ada dua jenis adsorpsi yaitu adsorpsi fisika dan kimia. Perbedaan dasar antara adsorpsi fisika dan kimia adalah sifat dari gaya-gaya yang menyebabkan ikatan adsorpsi tersebut.

a. Adsorpsi fisik (fisorpsi)

Interaksi adsorpsi menggunakan ikatan Van der Waals, sifat adsorpsinya *reversible* karena proses adsorpsi dapat lepas kembali ke dalam pelarut, kalor adsorpsi kecil yaitu sekitar 20 kJ/mol, kecepatan pembentukan ikatan cukup tinggi, regenerasi dapat dilakukan, adsorpsi terjadi pada suhu rendah karena semakin tinggi suhu maka tingkat adsorpsinya semakin kecil.

b. Adsorpsi kimia (kemisorpsi)

Ikatan yang terjadi pada adsorpsi kimia adalah *irreversible*, karena proses adsorpsi tidak dapat dilepas kembali ke dalam pelarut. Kecepatan pembentukan ikatan tergantung pada besarnya energi aktivasi. Adsorpsi ini melibatkan pertukaran elektron antara molekul yang diadsorpsi dengan permukaan adsorben. Panas yang dihasilkan panas kemisorpsi lebih besar dari panas fisorpsi yaitu - 200 kJ/mol. Ikatan yang terjadi adalah ikatan kovalen, ionik atau keduanya. Adsorpsi kimia hanya membentuk lapisan tunggal pada permukaan. Oleh karena itu pemanfaatan proses adsorpsi pada proses kimia misalnya dalam industri

mempunyai keuntungan antara lain biaya rendah, tidak ada efek samping zat beracun, dan mampu menghilangkan bahan-bahan organik lebih baik. Berbeda dengan adsorpsi fisika, pada suhu tinggi tingkat adsorpsi akan semakin besar.

2.13 Adsorben

Kebanyakan zat pengadsorpsi atau adsorben adalah bahan-bahan yang sangat berpori, dan adsorpsi berlangsung terutama pada dinding-dinding pori atau pada daerah tertentu di dalam partikel itu. Karena pori-pori adsorben biasanya sangat kecil, maka luas permukaan dalamnya menjadi beberapa kali lebih besar dari permukaan luar. Adsorben yang telah jenuh dapat diregenerasi agar dapat digunakan kembali untuk proses adsorpsi (Khaerudin, J.M *et al.*, 2007 :18)

Syarat-syarat adsorben yang baik, antara lain:

1. Mempunyai daya jerap yang tinggi.
2. Berupa zat padat yang mempunyai luas permukaan yang besar.
3. Tidak boleh larut dalam zat yang akan diadsorpsi.
4. Tidak boleh mengadakan reaksi kimia dengan campuran yang akan dimurnikan.
5. Dapat diregenerasi kembali dengan mudah.
6. Tidak beracun.
7. Tidak meninggalkan residu berupa gas yang berbau.
8. Mudah didapat dan harganya murah

2.14 Ekstraksi

Ekstraksi adalah kegiatan penarikan kandungan kimia yang dapat larut sehingga terpisah dari bahan yang tidak larut dengan pelarut cair. Senyawa aktif yang terdapat dalam berbagai simplisia dapat digolongkan ke dalam golongan minyak atsiri, alkaloid, flavonoid, dan lain-lain. Dengan diketahuinya senyawa aktif yang dikandung simplisia akan mempermudah pemilihan pelarut dan cara ekstraksi yang tepat (Ditjen POM, 2000). Pembagian metode ekstraksi menurut Ditjen POM (2000) yaitu :

A. Cara dingin

1. Maserasi

Maserasi adalah proses pengekstrakan simplisia dengan menggunakan pelarut dengan beberapa kali pengocokan atau pengadukan pada temperatur ruangan (kamar). Cairan penyari akan menembus dinding sel dan masuk ke dalam rongga sel yang mengandung zat aktif yang akan larut, karena adanya perbedaan konsentrasi antara larutan zat aktif di dalam sel dan di luar sel maka larutan terpekat didesak keluar.

2. Perkolasi

Perkolasi adalah ekstraksi dengan pelarut yang selalu baru sampai sempurna yang umumnya dilakukan pada temperatur ruangan. Proses terdiri dari tahapan pengembangan, tahap maserasi antara, tahap perkolasi sebenarnya terus-menerus sampai diperoleh ekstrak (perkolat).

B. Cara Panas

1. Refluks

Refluks adalah ekstraksi dengan pelarut pada temperatur titik didihnya, selama waktu tertentu dan jumlah pelarut terbatas yang relatif konstan dengan adanya pendingin balik.

2. Sokletasi

Sokletasi adalah ekstraksi dengan menggunakan pelarut yang selalu baru dan yang umumnya dilakukan dengan alat khusus sehingga terjadi ekstrak berkelanjutan dengan jumlah pelarut relatif konstan dengan adanya pendingin balik.

3. Digesti

Digesti adalah maserasi kinetik (dengan pengadukan berlanjut) pada temperatur yang lebih tinggi dari temperatur ruangan, yaitu secara umum dilakukan pada temperatur 40-50°C.

4. Infundasi

Infundasi adalah proses penyarian yang umumnya dilakukan untuk menyari zat kandungan aktif yang larut dalam air dari bahan-bahan nabati. Proses ini dilakukan pada suhu 90°C selama 15 menit.

5. Dekok

Dekok adalah infus pada waktu yang lebih lama dan temperatur sampai titik didih air, yakni 30 menit pada suhu 90-100°C.

2.15 Asam Klorida (HCl)

Asam klorida adalah larutan akuatik dari gas hidrogen klorida (HCl). HCl adalah asam kuat, dan merupakan komponen utama dalam asam lambung. Senyawa ini juga digunakan secara luas dalam industri. Asam klorida merupakan cairan yang sangat korosif. Hidrogen klorida (HCl) adalah asam monoprotik, yang berarti bahwa ia dapat berdisosiasi melepaskan satu H⁺ hanya sekali. Dalam larutan asam klorida, H⁺ ini bergabung dengan molekul air membentuk ion hidronium, $\text{H}_3\text{O}^+\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$. Ion lain yang terbentuk adalah ion klorida, Cl⁻. Asam klorida oleh karenanya dapat digunakan untuk membuat garam klorida, seperti natrium klorida. Asam klorida adalah asam kuat karena ia berdisosiasi penuh dalam air (Hajrawati, 2006).

Asam monoprotik memiliki satu tetapan disosiasi asam, K_a, yang mengindikasikan tingkat disosiasi zat tersebut dalam air. Untuk asam kuat seperti HCl, nilai K_a cukup besar. Beberapa usaha perhitungan teoritis telah dilakukan untuk menghitung nilai K_a HCl. Ketika garam klorida seperti NaCl ditambahkan ke larutan HCl, ia tidak akan mengubah pH larutan secara signifikan. Hal ini mengindikasikan bahwa Cl⁻ adalah konjugat basa yang sangat lemah dan HCl secara penuh berdisosiasi dalam larutan tersebut. Asam klorida mengandung ion klorida yang tidak reaktif dan tidak beracun. Asam klorida dalam konsentrasi menengah cukup stabil untuk disimpan dan terus mempertahankan konsentrasinya. Asam klorida merupakan reagen pengasam yang sangat baik.

2.16 Spektrometri Serapan Atom (SSA)

Metode Spektrometri Serapan Atom (SSA) berprinsip pada absorpsi cahaya oleh atom. Atom-atom menyerap cahaya tertentu pada panjang gelombang tertentu, tergantung pada sifat unsurnya. Dengan absorpsi energi, berarti memperoleh lebih banyak energi, suatu atom pada keadaan dasar dinaikkan tingkat energinya ke tingkat eksitasi. Pada teknik SSA, diperlukan sumber radiasi yang mengemisikan sinar pada panjang gelombang yang tepat sama pada proses absorpsinya. Sumber radiasi tersebut dikenal sebagai lampu *Hollow Cathode* (Khopkar, 2003).

Apabila suatu atom berinteraksi dengan radiasi panjang gelombang elektromagnetik, maka sebagian energi elektromagnetik akan diserap oleh atom. Energi yang diserap atom merupakan energi dalam proses eksitasi dari elektron yang dimiliki atom tersebut. Transisi elektronik yang terjadi yaitu suatu atom pada keadaan dasar dinaikkan tingkat energinya ke tingkat eksitasi (Khopkar, 2003).

Atomisasi terjadi melalui beberapa tahap yaitu mula-mula larutan disemprotkan dalam bentuk kabut ke dalam nyala api kemudian terjadi desolvasi pelarut menghasilkan sisa partikel padat yang halus pada nyala. Partikel ini berubah menjadi gas dan selanjutnya mengalami disosiasi menjadi atom-atom. Setelah itu atom-atom tersebut menyerap radiasi sinar yang dihasilkan *Hollow Cathode Lamp*. Kemudian menuju ke monokromator, detektor, dan data selanjutnya diubah menjadi data.

Komponen – komponen AAS yaitu:

1. Sumber sinar

Sumber radiasi SSA adalah *Hollow Cathode Lamp* (HCL). Setiap pengukuran dengan SSA kita harus menggunakan *Hollow Cathode Lamp* khusus misalnya akan menentukan konsentrasi tembaga dari suatu cuplikan. Maka kita harus menggunakan *Hollow Cathode Lamp* khusus. *Hollow Cathode Lamp* akan memancarkan energi radiasi yang sesuai dengan energi yang diperlukan untuk transisi elektron atom (Khopkar, 2003).

2. Sumber atomisasi

Sumber atomisasi dibagi menjadi dua yaitu sistem nyala dan sistem tanpa nyala. Kebanyakan instrumen sumber atomisasinya adalah nyala dan sampel diintroduksi dalam bentuk larutan. Sampel masuk ke nyala dalam bentuk kabut. Kabut biasa dihasilkan oleh pengabut yang dihubungkan ke nyala oleh ruang penyemprot. Jenis nyala yang digunakan secara luas untuk pengukuran analitik adalah udara-asetilen dan nitrous oksida-asetilen.

Prinsip dari SSA, larutan sampel diaspirasikan ke suatu nyala dan unsur-unsur di dalam sampel diubah menjadi uap atom sehingga nyala mengandung atom unsur-unsur yang dianalisis. Beberapa diantara atom akan tereksitasi secara termal oleh nyala, tetapi kebanyakan atom tetap tinggal sebagai atom netral dalam keadaan dasar (*ground state*). Atom-atom *ground state* ini kemudian menyerap radiasi

yang diberikan oleh sumber radiasi yang terbuat dari unsur-unsur yang bersangkutan. Panjang gelombang yang dihasilkan oleh sumber radiasi adalah sama dengan panjang gelombang yang diabsorpsi oleh atom dalam nyala.

3. Monokromator

Monokromator merupakan alat yang berfungsi untuk memisahkan radiasi yang tidak diperlukan dari spektrum radiasi lain yang dihasilkan oleh *Hollow Cathode Lamp*.

4. Detektor

Detektor berfungsi mengukur radiasi yang ditransmisikan oleh sampel dan mengukur intensitas radiasi tersebut dalam bentuk energi listrik.

5. Sistem pengolah

Sistem pengolah berfungsi untuk mengolah kuat arus dari detektor menjadi besaran daya serap atom transmisi yang selanjutnya diubah menjadi data dalam sistem pembacaan.

6. Sistem pembacaan

Sistem pembacaan merupakan bagian yang menampilkan suatu angka atau Gambar.

Prinsip yang berlaku dalam pengukuran Spektrometri Serapan Atom yaitu

Hukum Lambert-Beer:

$$A = \epsilon \cdot b \cdot c$$

Dimana:

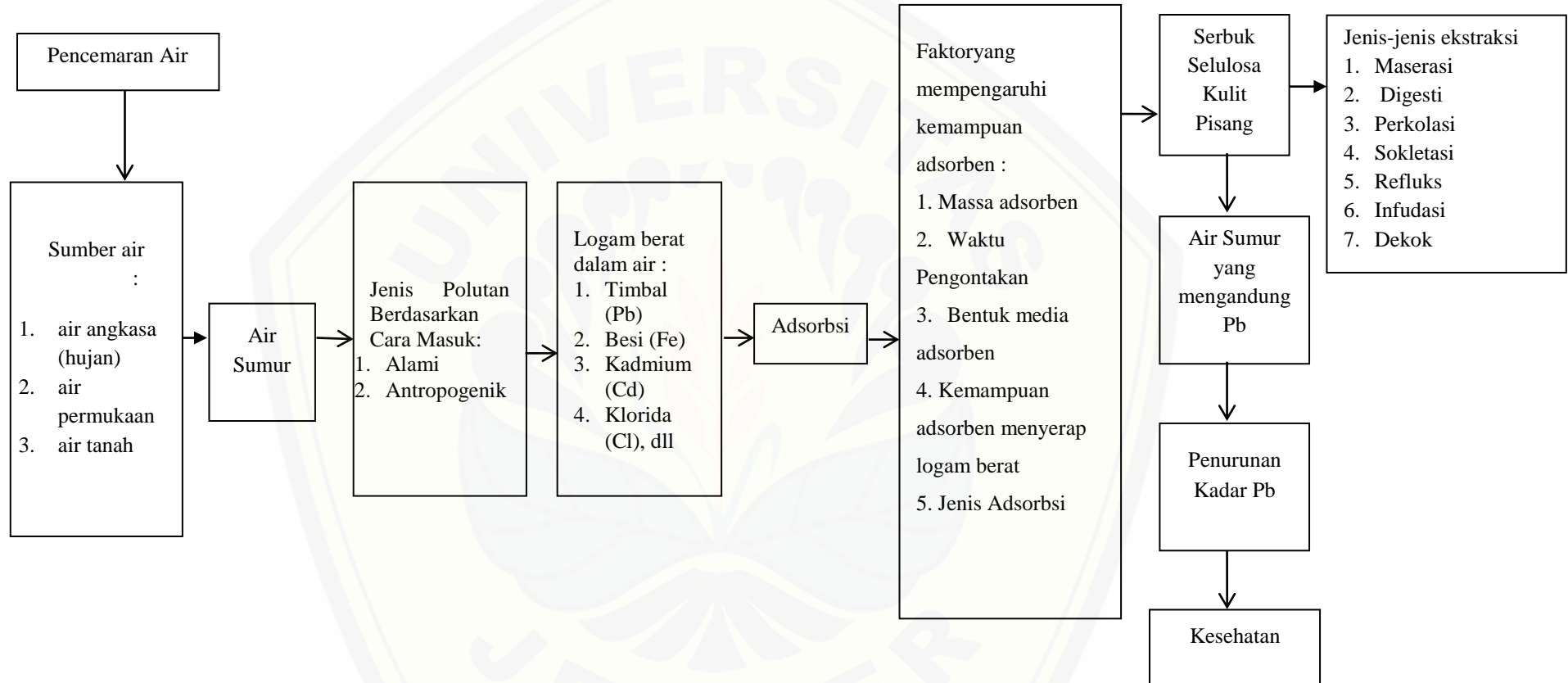
A = Absorbansi

ϵ = Absorptivitas molar (L/mol cm)

b = Tebal medium (cm)

c = Konsentrasi larutan (mol/L)

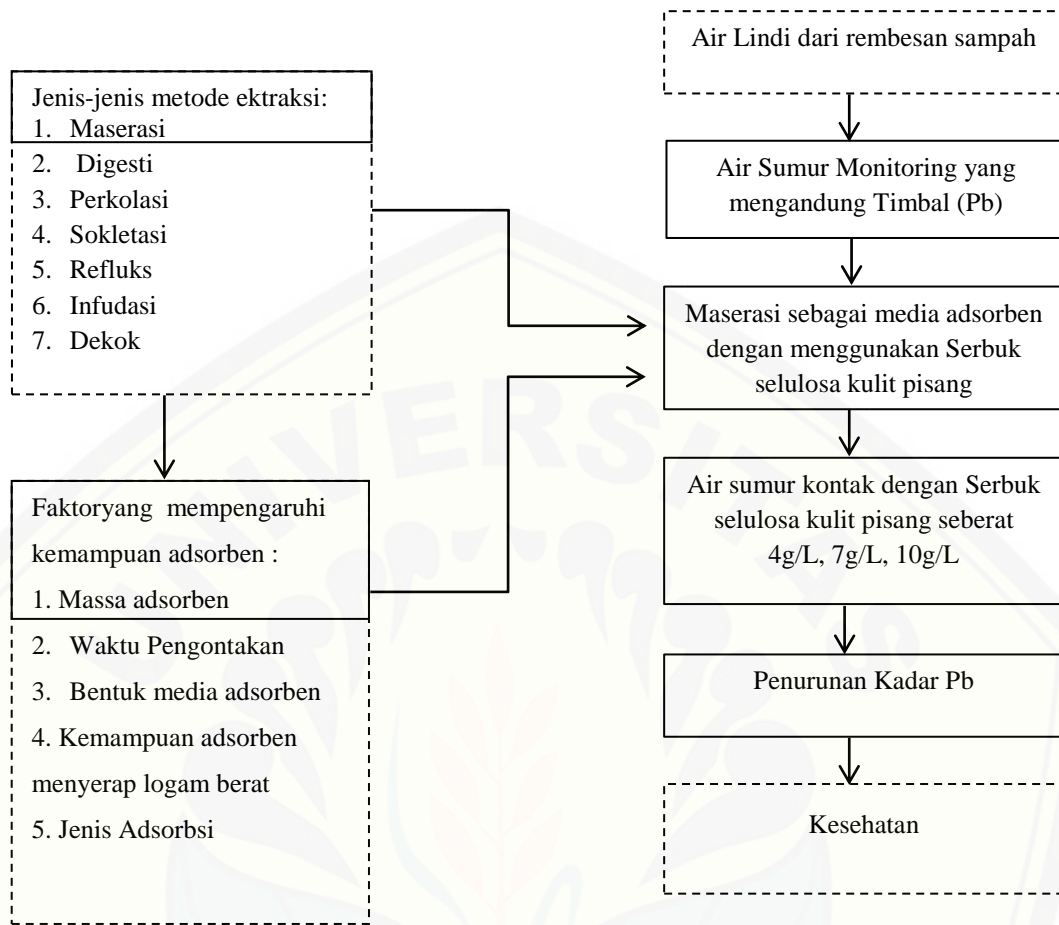
2.17 Kerangka Teori



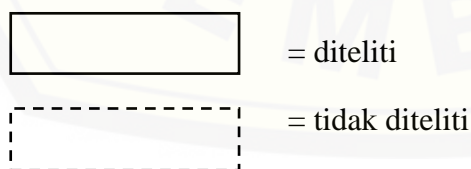
Gambar 2.3 Kerangka Teori

Kerangka teori diatas merupakan modifikasi dari Chandra (2007), Ditjen Pom (2000), Palar (2012), Baroroh (2016)

2.18 Kerangka Konsep



Gambar 2.4 Kerangka Konsep



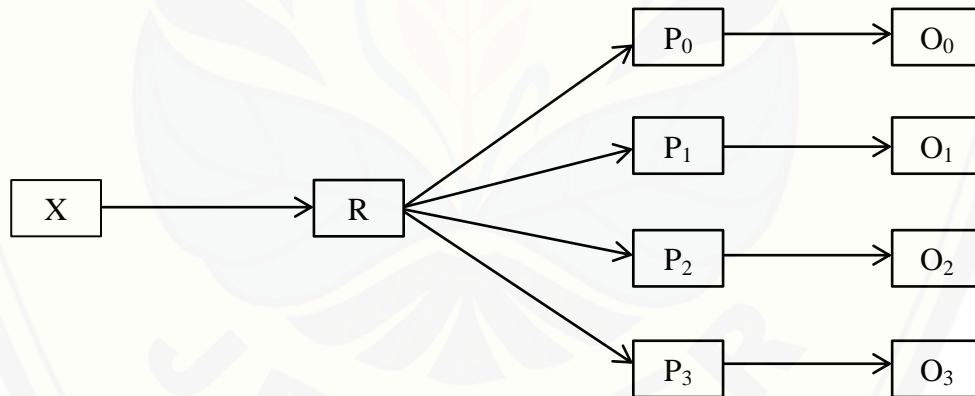
2.18 Hipotesis Penelitian

- a. Terdapat perbedaan kadar Pb pada kelompok kontrol tanpa penambahan serbuk selulosa kulit pisang, kelompok yang diberi perlakuan penambahan serbuk selulosa 4 g/L, 7 g/L, dan 10 g/L selama 2 jam.
- b. Terdapat perbedaan kadar Pb pada kelompok yang tidak diberi perlakuan penambahan serbuk selulosa kulit pisang dengan kelompok yang diberi perlakuan penambahan serbuk selulosa 4 g/L selama 2 jam.
- c. Terdapat perbedaan kadar Pb pada kelompok yang tidak diberi perlakuan penambahan serbuk selulosa kulit pisang dengan kelompok yang diberi perlakuan penambahan serbuk selulosa 7 g/L selama 2 jam.
- d. Terdapat perbedaan kadar Pb pada kelompok yang tidak diberi perlakuan penambahan serbuk selulosa kulit pisang dengan kelompok yang diberi perlakuan penambahan serbuk selulosa 10 g/L selama 2 jam.

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah *True Eksperiment* yaitu studi eksperimen yang dilakukan di laboratorium dengan menggunakan randomisasi. Desain penelitian ini adalah *True Eksperimental Design* dengan bentuk *Posttest-Only Control Designs* dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Pada desain ini, terdapat empat kelompok yang masing-masing dipilih secara random (R), yaitu kelompok yang diberi perlakuan serbuk selulosa kulit pisang 4 g/L (P_1), kelompok yang diberi perlakuan serbuk selulosa kulit pisang 7 g/L (P_2), kelompok yang diberi perlakuan serbuk selulosa kulit pisang 10 g/L (P_3) dan kelompok yang tidak diberi perlakuan disebut kelompok kontrol (P_0). Dalam penelitian dengan desain ini untuk melihat suatu pengaruh *treatment* dan dianalisis menggunakan uji beda (Notoadmodjo, 2012:60).



Keterangan :

X : populasi

R : random

O : observasi

P_0 : kelompok tanpa penambahan serbuk selulosa kulit pisang

P_1 : kelompok yang diberi perlakuan serbuk selulosa kulit pisang 4 g/L

P₂ : kelompok yang diberi perlakuan serbuk selulosa kulit pisang 7 g/L

P₃ : kelompok yang diberi perlakuan serbuk selulosa kulit pisang 10 g/L

Dalam penelitian ini, untuk mengetahui keefektifan serbuk selulosa kulit pisang terhadap penurunan kadar Pb. Penelitian dilakukan menggunakan RAL non faktorial yang terdiri dari 4 perlakuan dengan 6 kali pengulangan untuk masing-masing perlakuan. Jumlah pengulangan ditentukan berdasarkan perhitungan dengan rumus :

$$(t-1)(r-1) \geq 15$$

$$(4-1)(r-1) > 15$$

$$3r - 3 > 15$$

$$3r > 18$$

$$r > 6$$

Keterangan :

t : perlakuan, yaitu = 4

r : pengulangan, yaitu = 6

15 : faktor nilai derajat kebebasan

Setelah ditetapkan jumlah t dan r, maka untuk menentukan RAL dibuat tabel dengan rumus r x t. Maka hasil RAL adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1 Tata Letak RAL Penelitian

Kontrol	Perlakuan 1	Perlakuan 2	Perlakuan 3
0 mg/l	4 g/L	7 g/L	10 g/L
P ₀₁	P ₁₁	P ₂₁	P ₃₁
P ₀₂	P ₁₂	P ₂₂	P ₃₂
P ₀₃	P ₁₃	P ₂₃	P ₃₃
P ₀₄	P ₁₄	P ₂₄	P ₃₄
P ₀₅	P ₁₅	P ₂₅	P ₃₅
P ₀₆	P ₁₆	P ₂₆	P ₃₆

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

3.2.1 Tempat Penelitian

Pengambilan sampel air dilakukan di sumur warga sekitar TPA Pakusari yang mengandung logam berat Pb, untuk pembuatan serbuk selulosa kulit pisang

dilakukan di Laboratorium Kimia Fakultas MIPA Universitas Jember, dan untuk pengujian kadar Pb pada sampel dilakukan di Balai Besar Laboratorium Kesehatan Surabaya.

3.2.2 Waktu Penelitian

Waktu penelitian dilakukan pada bulan Desember 2017 - Februari 2018

3.3 Objek Penelitian dan Teknik Pengambilan Objek Sampel

3.3.1 Sampel Penelitian

Objek yang diambil dalam penelitian ini adalah air sumur warga yang mengandung Pb yang dicampur dengan serbuk selulosa kulit pisang sebagai media adsorben logam Pb. Jumlah objek yaitu 25 liter dengan jumlah sampel sebanyak 24 sampel. Selulosa yang digunakan dalam penelitian ini merupakan hasil ekstraksi kulit pisang dalam bentuk serbuk. Variasi konsentrasi serbuk selulosa yang digunakan dalam penelitian ini, yakni sebanyak 4 g/L, 7 g/L, dan 10 g/L. Adapun penentuan variasi kadar serbuk selulosakulit pisang yang digunakan berdasarkan penelitian sebelumnya (Baroroh, 2016:33) 4 g/L, 7 g/L, dan 10 g/L yaitu dengan menggunakan selulosa kulit kakao. Adapun lama kontak dalam penelitian ini juga didasarkan pada penelitian Baroroh (2016:33) yang membutuhkan waktu selama 2 jam.

3.3.2 Teknik Pengambilan Sampel

Teknik sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan *Grab Samples*, yaitu pengambilan sampel air yang diambil sesaat pada satu lokasi tertentu. Cara pengambilan sampel sesuai dengan SNI 6989.58:2008 tentang metode pengambilan contoh air tanah.

3.4 Variabel Penelitian dan Definisi Operasional

Variabel adalah suatu yang digunakan sebagai ciri, sifat, atau ukuran yang dimiliki atau didapatkan oleh satuan penelitian tentang suatu konsep penelitian tertentu. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kadar Pb pada air sumur warga sedangkan variabel bebas dalam penelitian ini yaitu penggunaan serbuk

selulosa kulit pisang dengan variasi konsentrasi 4 g/L, 7 g/L, dan 10 g/L. Definisi operasional variabel-variabel tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 3.2 Variabel, Definisi Operasional

Variabel	Definisi Operasional	Skala Data	Alat Pengukuran	Satuan
Kadar Pb	Jumlah logam berat Pb dalam air yang dinyatakan dengan satuan ppm	Rasio	AAS	ppm
Serbuk selulosa Kulit pisang	Serbuk yang diperoleh dari hasil ekstraksi selulosa pada kulit pisang menggunakan metode maserasi. Adapun variasi konsentrasi serbuk selulosa kulit pisang yaitu adalah 4 g/L, 7 g/L, dan 10 g/L.	Rasio	Timbangan analitik	g/L
Waktu	Jumlah waktu yang digunakan untuk pengontakan serbuk selulosa kulit pisang dengan sampel air sumur. Adapun waktu yang digunakan adalah 2 jam.	Rasio	Stopwath	Detik

3.5 Alat dan Bahan

3.5.1 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Blender
2. Pisau
3. Kertas saring
4. Tabung Erlenmeyer
5. Gelas ukur
6. Oven
7. Ayakan 60 mesh
8. Neraca analitik
9. Botol air mineral
10. AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*)
11. Kertas saring

3.5.2 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Bahan dalam pembuatan serbuk selulosa kulit pisang:
 - a. Kulit pisang
 - c. HCl

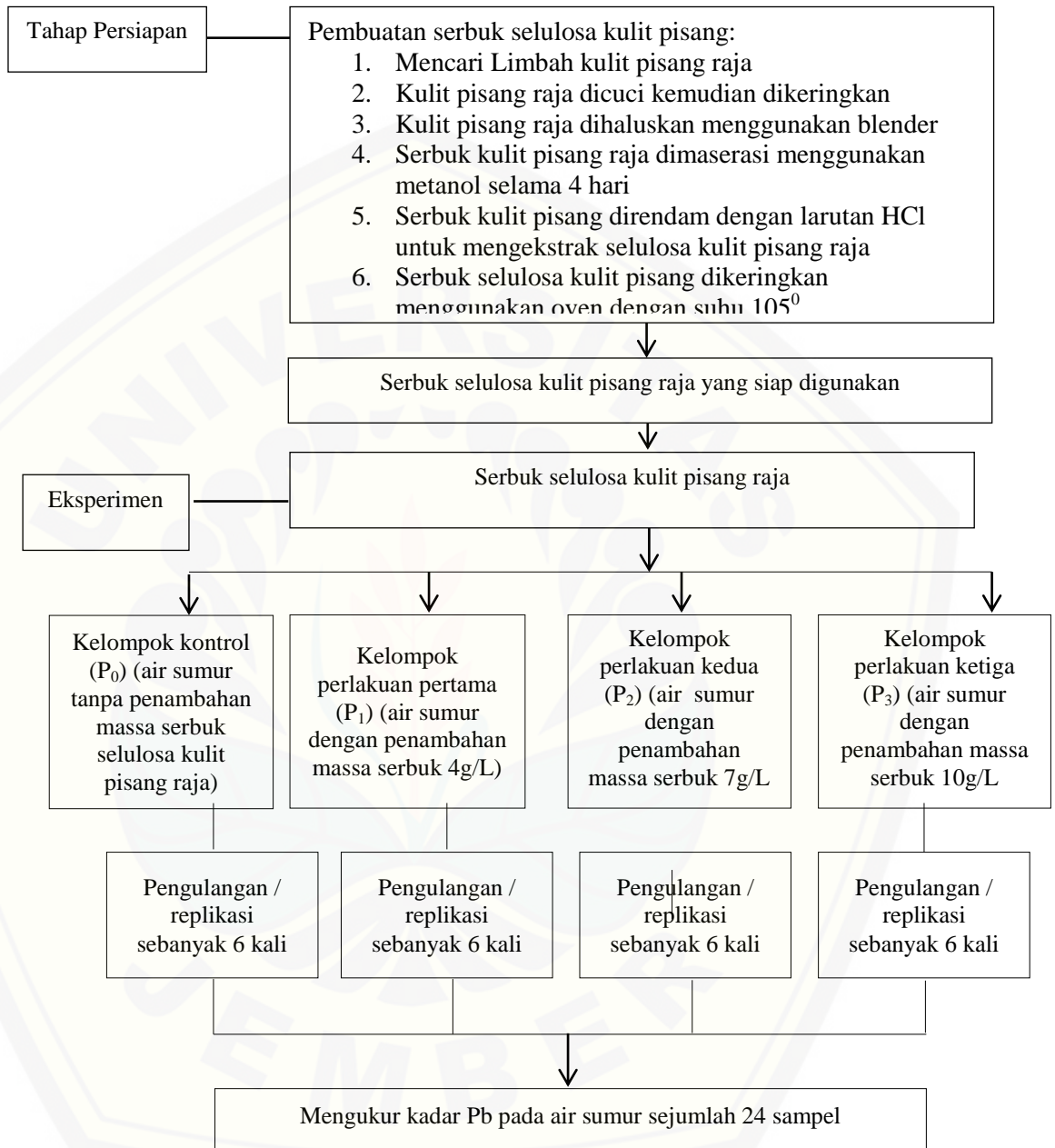
3.6 Prosedur Kerja

3.6.1 Langkah pembuatan serbuk selulosa kulit pisang:

Tahap pembuatan ekstrak selulosa kulit pisang diawali dengan pengumpulan kulit pisang raja. Kulit pisang raja *cafe* yang menjual pisang *nugget* sekitar kampus Universitas Jember. Menurut Jannah (2017 :26) tahapan persiapan pembuatan ekstrak adalah :

- a. Mencari limbah kulit pisang, kemudian disortir kulit pisang yang berwarna kuning dengan membuang kulit yang rusak.
- b. Mencuci kulit pisang untuk membersihkan kotoran yang menempel pada kulit pisang. Memotong kulit pisang dengan ukuran ± 1 cm untuk mempermudah proses pengeringan.
- c. Mengeringkan kulit pisang dibawah sinar matahari sampai kering.
- d. Haluskan dengan blender kulit pisang yang sudah kering sampai halus menjadi serbuk.
- e. Memasukkan serbuk kulit pisang ke dalam wadah dan rendam dengan metanol selama 4 hari dan diaduk setiap hari (proses maserasi).
- f. Mencuci serbuk menggunakan H₂O serta disaring menggunakan kain.
- g. Menimbang serbuk kulit pisang sebanyak 300 gram, kemudian masukkan kedalam wadah dan rendam dengan HCl 2% selama 24 jam.
- h. Mencuci ekstrak menggunakan H₂O serta disaring menggunakan kain.
- i. Ekstrak dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 105⁰c kemudian di ayak dengan ayakan ukuran 60 mesh..
- j. Menimbang massa serbuk selulosa 4g, 7g, 10g.
- k. Mengontakkan serbuk dengan air yang mengandung Pb selama 2 jam.
- l. Melakukan pemisahan adsorben dengan air sumur yang mengandung Pb dengan cara disaring menggunakan kertas saring.

3.7 Kerangka Operasional



Gambar 3.1 Kerangka Operasional

3.8 Data dan Sumber Data

Data yang diperlukan dalam jenis penelitian ini termasuk dalam jenis data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang secara langsung diperoleh dari sumber penelitian yang asli, tanpa media perantara. Sedangkan data sekunder adalah data penelitian yang diperoleh secara tidak langsung melalui media perantara (Indriantoro dan Supomo, 1999: 147). Data primer dalam penelitian ini adalah pemeriksaan hasil penurunan Pb dengan penambahan serbuk selulosa kulit pisang dengan variasi konsentrasi yang berbeda terhadap air sumur yang mengandung logam berat Pb. Sedangkan data sekunder diperoleh dari dokumen dari penelitian sebelumnya.

3.9 Teknik dan Alat Pengumpulan Data

Data diperoleh dengan cara observasi yaitu kegiatan pemantauan perhatian terhadap suatu objek dengan menggunakan seluruh alat indera (Arikunto, 2006). Pemantauan dilakukan dengan melakukan pengukuran kadar Pb pada limbah cair sebelum dan sesudah mendapat perlakuan penambahan serbuk selulosa kulit pisang di laboratorium.

3.10 Teknik Penyajian dan Analisis Data

Teknik analisis data penelitian ini menggunakan analisis deskriptif dan analitik. Analisis deskriptif menggambarkan hasil uji laboratorium. Data disajikan secara deskriptif dan dalam bentuk grafik. Uji statistik dilakukan untuk melihat perbedaan pemberian serbuk selulosa kulit pisang terhadap penurunan kadar Pb pada limbah cair yang tidak diberi serbuk selulosa kulit pisang dengan limbah cair yang diberi serbuk selulosa kulit pisang. Uji statistik dilakukan dengan menggunakan uji anova satu arah (*one way anova*). Uji *one way anova* merupakan uji yang digunakan untuk mengetahui beda lebih dari dua rata-rata dan mengetahui variabel mana saja yang berbeda dengan lainnya. Uji *One way* digunakan jika data berdistribusi normal, skala data interval rasio, varians populasi sama, dan sampel tidak berhubungan satu sama lain (Santoso, 2005: 311). SPSS digunakan untuk menguji *one way anova* dengan interval kepercayaan

95% untuk melihat perbedaan masing-masing variabel bebas terhadap variabel terikat.

Adapun langkah-langkah dalam prosedur uji *One Way Anova* adalah:

1. Tes Normalitas

Uji normalitas untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal atau tidak. Uji normalitas menggunakan Kolmogrov Smirnov. Hipotesis yang digunakan dalam uji normalitas adalah:

Jika signifikansi $< 0,05$ maka distribusi adalah tidak normal

Jika signifikansi $> 0,05$ maka distribusi adalah normal (Santoso, 2005: 211).

2. Tes Homogenitas Varians

Asumsi dasar dari analisis ANOVA adalah seluruh kelompok penelitian harus memiliki varian yang sama. Hipotesis yang digunakan dalam tes homogenitas varian adalah;

Jika $F \text{ hitung} > F \text{ tabel } 0,05$, maka seluruh varian populasi adalah sama

Jika $F \text{ hitung} < F \text{ tabel } 0,05$, maka seluruh varian populasi adalah berbeda (Santoso, 2005: 211).

3. Uji F

Uji analitik yang digunakan untuk menguji hipotesis nol bahwa semua kelompok mempunyai mean populasi yang sama adalah uji F. Harga F diperoleh dari rata-rata jumlah kuadrat mean square antara kelompok yang dibagi dengan rata-rata jumlah kuadrat dalam kelompok.

Hipotesis yang digunakan dalam pengujian ANOVA adalah:

H_0 : diduga bahwa seluruh kelompok memiliki rata-rata populasi yang sama

H_1 : diduga bahwa seluruh kelompok memiliki rata-rata populasi yang berbeda

Dasar dari pengambilan keputusan adalah:

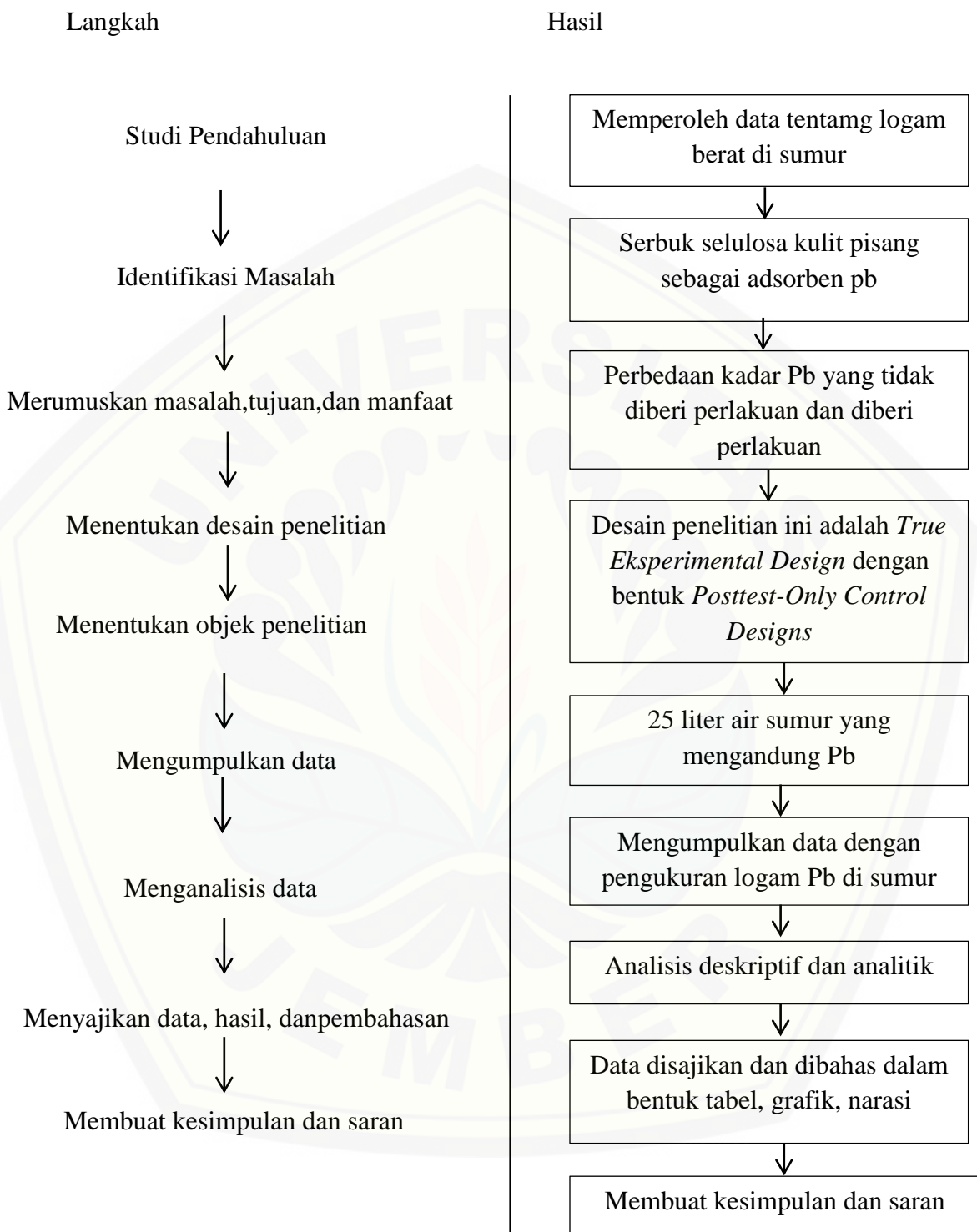
Jika $F \text{ hitung} > F \text{ tabel } 0,05$, maka H_0 diterima

Jika $F \text{ hitung} < F \text{ tabel } 0,05$, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima (Ghozali, 2009:88)

3. Tes Post Hoc (*Post Hoc Test*)

Pengujian ANOVA (*F test*) telah diketahui bahwa secara umum seluruh kelompok memiliki perbedaan (tidak sama). Untuk mengetahui lebih lanjut perbedaan yang terjadi antar kelompok, maka digunakan *Post Hoc Test* dengan menggunakan salah satu fungsi *Tukey* (Ghozali, 2009:88).

3.11 Alur Penelitian



Gambar 3.2 Alur Penelitian

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan mengenai “Pemanfaatan Serbuk Selulosa Kulit Pisang Raja (*Musa Textilia*) Untuk Menurunkan Timbal (Pb)” diatas dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Rerata kadar Pb pada kelompok kontrol, P₁, P₂ dan P₃ berturut-turut adalah 0,094 ppm, 0,069 ppm, 0,052 ppm, 0,024 ppm. Penurunan kadar Pb pada kelompok perlakuan penambahan serbuk selulosa kulit pisang raja sebesar 4g/L (P₁), 7g/L (P₂), dan 10 gr/L(P₃) berturut-turut yaitu 26,60%, 44,68%, 74,47%. Konsentrasi massa serbuk selulosa kulit pisang raja yang paling tinggi dalam menurunkan kadar Pb adalah kelompok penambahan serbuk selulosa kulit pisang raja sebesar 10g/L.
- b. Rerata kelompok dengan penambahan serbuk selulosa kulit pisang raja 10 g/L (P₃) sebesar 0,024 ppm sesuai dengan Permenkes No.416 tahun 1990 yaitu baku mutu air yang mengandung Pb <0,05 ppm
- c. Terdapat perbedaan penurunan kadar Pb yang signifikan antara kelompok kontrol (P₀) dan kelompok perlakuan penambahan massa serbuk selulosa kulit pisang raja (P = 0,001; P = 0,000; P = 0,000).

5.2 Saran

Berdasarkan hasil analisis dan kesimpulan tersebut disarankan sebagai berikut:

- a. Bagi pengelola TPA Pakusari Jember diharapkan adanya pengelolaan air lindi yang tepat untuk mencegah terjadinya rembesan terhadap air sumur di sekitar TPA Pakusari Jember.
- b. Bagi penelitian selanjutnya perlu kontrol variabel lainnya, yaitu konsentrasi adsorbat, tegangan permukaan, dan waktu pengadukan

sehingga diperoleh kondisi adsorpsi yang optimum untuk mendapatkan serapan yang optimum terhadap logam berat.

- c. Bagi peneliti selanjutnya perlu adanya penelitian yang dapat menjernihkan air sumur yang telah diberi penambahan serbuk selulosa kulit pisang raja.



Daftar Pustaka

- Anies.2006.*Waspada Ancaman Penyakit Tidak Menular*. Jakarta: PT.Elex MediaKomputindo.
- Anonim. 2009. *Polisakarida*. Bandung
(Online: <http://kimia.upi.edu/utama/bahanajar/kuliah> web/2009/polisakarida.html)
- Anonim. 2014. *Potensi Daerah – Pertanian*.Jember
(Online: <http://www.jemberjic.com/about/9/32/pertanian.html>)
- Apriliani, A. 2010. "*Pemanfaatan Arang Ampas Tebu sebagai Adsorben Ion logam Cd, Cr, Cu, dan Pb dalam Air Limbah*". Tidak Dibublikasikan. *Skripsi*. Jakarta: Program Sarjana Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. [serial on line].
<http://repository.uinjkt.ac.id/dspace/bitstream/123456789/2852/1/ADE%20APRILIANI.pdf> Atkins, P.W. 1996. *Physical Chemistry* (diterjemahkan oleh Irma, I.K), Jilid 2, Edisi keempat. Jakarta : Erlangga.
- Arikunto, S. 2006.*Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Arroyo, I. 2009. *The role of fungi in deterioration of movable and immovable cultural heritage*. e_conservation 9: 41-50.
- Azora, A., Hidayati, N., Mohadi R. Dan Lesbani A. 2013. *Studi Adsorpsi Desorpsi Kation Besi (III) dengan Selulosa Hasil Pemisahan dari Serbuk Kayu*. Palembang: Universitas Sriwijay
- Baroroh, A.2016.*Pemanfaatan Serbuk Selulosa Kulit Kakao sebagai Adsorben Logam Berat Ni pada Limbah Cair Elektroplating*. *Skripsi*.Jember: Universitas Jember.
(Online: <http://repository.unej.ac.id/handle/123456789/79118>)
- Cahyono, B. 2009. *Pisang*. Yogyakarta:Kanisius.
- Campbell N, Reece J, Mitchell L. 2002. *Biologi*. Jakarta:Erlangga.
- Candra, B. 2007.*Pengantar Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: EGC.

- Daniells, J., et al. 2001. *Diversity in the genus Musa*. France: International Network for the Important of the Improvement of banana and plaintain.
- Ditjen POM. 2000. *Parameter Standar Umum Ekstrak Tumbuhan Obat. Cetakan Pertama*. Jakarta: Departemen Kesehatan RI.
- Effendi, H 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya Dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Enari. 1983. *Microbial Cellulose*. London: Applied Science Publisher, London P-183-222.
- Fardiaz, S. 1992. *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Ghozali, I. 2009. *Aplikasi Analisis Multivariate Dengan Program SPSS, Edisi Keempat*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Hajar, E., Sitorus, R., Mulianingtiyas, N., Welan, F. 2016. *Efektivitas Adsorpsi Logam Pb²⁺ Dan Cd²⁺ Menggunakan Media Adsorben Cangkang Telur Ayam*. *Jurnal*. Volume 5 (1). <http://ppjp.unlam.ac.id/journal/index.php/konversi/article/view/1077>
- Hajeeth, T., Vijayalakshmi, K., Gomathi, T., Sudha, P., & Anbalagan, S. 2013. *Adsorption of Copper(II) and Nickel(II) Ions from Aqueous Solution Using Graft Copolymer of Cellulose Extracted from the Sisal Fiber with Acrylic Acid Monomer*. *Composite Interface*, 21 (1): 75-86. [serial on line]. <http://dx.doi.org/10.1080/15685543.2013.832072>
- Hakim, A. 2016. *Studi Penurunan Logam Berat Cu²⁺ dan Cd²⁺ dengan Menggunakan Limbah Kulit Pisang Kepok (Musa Acuminata)*. *Jurnal Biosains*, Volume 18 Nomor 1.
- Handayani, A.W. 2010. *Penggunaan Selulosa Daun Nanas Sebagai Adsorben Logam Berat Cd(II)*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret
- Hasrianti. 2012. *Adsorpsi ION Cd²⁺ dan Cr 6+ pada Limbah Cair Menggunakan Kulit Singkong*. *Tesis*. Makasar: Universitas Hassanudin.
- Hotzapple, M.T. 2003. *Hemicellulases*. In *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*. Pp. 3060-3071. Academic Press.

- Husin, S. 2009. *Penegakan Hukum Lingkungan*. Jakarta : Sinar Grafika.
- Igwe, J. C. And Abia A.A. 2006. *A Bioseparation Process For Removing Heavy Metals from Waste Water Using Biosorbents*. African Journal of Biotechnology. 5(12), 2006,167-1179.
- Imtisal, H. 2014. "*Pemanfaatan Serbuk Pektin Kulit Kakao Sebagai Media Adsorben Logam Berat Pb pada Limbah Cair Industri Elektroplating*". Tidak Dipublikasikan. Skripsi. Jember: Program Sarjana Universitas Jember.
- Indriantoro, Supomo, N, Bambang.1999. *Metodologi Penelitian Bisnis Untuk Akuntansi & Manajemen*. Yogyakarta : Penerbit BPFE.
- Irwanto.2014. *Studi Pemanfaatan Kalsium Karbonat (CaCO₃) dari Serbuk Cangkang Telur sebagai Adsorben Terhadap Ion Raksa (Hg²⁺)* . Skripsi. Sumatera Utara : Universitas Sumatera Utara
- Jannah, M. 2017. *Penentuan Konsentrasi Optimum Selulosa Sekam Padi Dalam Pembuatan Film Bioplastik*. Skripsi. Makassar: Universitas Islam Negeri Alauddin.
(Online: <http://repositori.uin-alauddin.ac.id/4585/1/SKRIPSI%20MIFTAHUL%20JANNAH%20PDF.PDF>)
- Khaeruddin, Jauhar., Cathaputra, Edo., Winoto, Haryo. 2010. *Produksi Isopropil Alkohol Murni untuk Aditif Bensin yang Ramah Lingkungan sebagai Wujud Pemanfaatan Produk Samping pada Industri Gas Alam*. Jurnal, Institut Teknologi Bandung, Bandung. 18-22
- Khopkar, S. M. 2003. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta: UIPress
- Lehninger, A. 1994. *Dasar-dasar Biokimia*. Jakarta: Erlangga
- Mahvi, A. H, Naghipour D, Vaezi F, Nazmara S. 2005. *Teawaste As An Adsorben For Heavy Metal Removal from Industrial Waste Water*. Am J App Sci 2 (1) 372-375.
- Meunier, N., Jerome, L., Jean-Francois, B., & Tyagi, R. 2003. *Cocoa Shells for Heavy Metal Removal From Acidic Solutions*. *Bioresource Technology* (90): 255-263. [serial on line].
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852403001299>.

- Meryandini Anja et al. 2009. *Isolasi Bakteri dan Karakteristik Enzimnya*. Makara Sains 2009: 13: 33-38.
- Moelyaningrum, AD. 2013. *Potensi Limbah Kulit Kakao (Theobroma Cacao) Sebagai Pengikat Cemar Logam Berat Timbal (Pb) pada Air*. Jember: Universitas Jember
- Mohadi, R. 2013. *Preparasi dan Karakterisasi Kalsium Oksida (CaO) dari Tulang Ayam*. Palembang : Universitas Sriwijaya.
- Mufrodi. 2008. *Adsorpsi Zat Warna Tekstil dengan Menggunakan Abu Terbang (Fly Ash) untuk Variasi Massa Adsorben dan Suhu Operasi*. Jurnal Teknik Kimia, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta.
- Ngandayani, Dwi. 2011. *Pengaruh Konsentrasi Adsorbat, Temperatur, dan Tegangan Permukaan pada Proses Adsorpsi Gliserol oleh Karbon Aktif*. Skripsi: Universitas Sebelas Maret. (Online: <https://eprints.uns.ac.id/8983/1/205331111201107161.pdf>)
- Notoadmodjo, S. 2012. *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Ongelina, S. 2013. *Daya Hambat Ekstrak Kulit Pisang (Musaparadisiaca var. Raja) Terhadap Polibakteri Ulser Recurrent Aphthous Stomatitis*. Tidak Dipublikasikan. Skripsi. Surabaya: Universitas Airlangga.
- Palar, H. 2012. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Putro, A. 2010. *Proses Pengambilan Kembali Bioetanol Hasil Fermentasi Dengan Metode Adsorpsi Hidrofobik*. Skripsi. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Prawira, M, H. 2008. *Penurunan Kadar Minyak pada Limbah Cair dalam Reaktor Pemisah Minyak dengan Media Adsorben Karbon Aktif dan Zeolit*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia
- Pynkyawati, T & Wahadamaputera, S. 2015. *Utilitas Bangunan Modul Plumbing*. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Rahayu, T. P. 2010. *Ensiklopedia Seri Desa-Kota*. Semarang : Aneka Ilmu.

Santoso, S. 2005. *Menguasai Statistik di Era Informasi Dengan SPSS*. Jakarta: PT. Alex Media Komputindo.

Sinaga, M. Z. E.2011. *Perbandingan Sifat Matriks Komposit Polimer Selulosa Asetat Sintesis dan Asetat Komersial yang Divariasikan Dengan Polipropilena Sebagai Bahan Kemasan*. Tesis. Medan:USU Medan

Sukumaran, R, K. 2008. *Cellulase Production Using Biomassa Feed Stock and its Application in Lignocellulase Saccharification for Bioetanol Production*. *Renewable Energy*. 30.1-4.

Sumardjo, D.2009.*Pengantar Kimia*. Jakarta: EGC.

Suteu, D., Biliuta, G., Rusu, L., Coseri, S., & Nacu, G. 2015. Cellulose Cellets as New Type of Adsorbent for The Removal of Dyes from Aqueous Media. *Journal Environmental Engineering and Management*, 14(3): 525-532. [serial on line]. http://omicron.ch.tuiasi.ro/EEMJ/pdfs/vol14/no3/full/4_998_Suteu_14.pdf (November 13, 2016).

Suyanti &Supriyadi, A. 2010. *Pisang, Budi Daya, Pengelolaan, Dan Prospek Pasar*. Jakarta: Penebar Swadaya.

Widyasari, N, Moelyaningrum, dan R. S. Pujiastuti. 2013. *Analisis Potensi Pencemaran Timbal (Pb) pada Tanah, Air Lindi dan Air Tanah (Sumur Monitoring) di TPA Pakusari Kabupaten Jember*. Skripsi. Jember: Universitas Jember.

(Online: <http://repository.unej.ac.id/handle/123456789/59247>)

LAMPIRAN

LAMPIRAN A. Hasil Uji Laboratorium



KEMENTERIAN KESEHATAN RI

DIREKTORAT JENDERAL PELAYANAN KESEHATAN
BALAI BESAR LABORATORIUM KESEHATAN SURABAYA
Jalan Karangmenjangan No. 18 Surabaya – 60286
Telepon Pelayanan : (031) 5020306, TU : (031) 5021451, Faksimili : (031) 5020388
Website : bblksurabaya.com | Surat elektronik : bblksub@yahoo.com

HASIL ANALISA KIMIA

Nomer : 448/ Bhn / I / 2018
Jenis Bahan : AIR
Dikirim Oleh : IMAMATUL KHOIRIYAH
Alamat : FKM UNIVERSITAS JEMBER
Diambil Oleh : Yang bersangkutan
Diterima di BBLK tgl : 16 Januari 2018

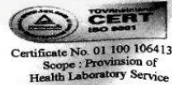
NO	KODE BAHAN	PARAMETER (ppm)	NO	KODE BAHAN	PARAMETER (ppm)
		Timbal (Pb)			Timbal (Pb)
1	P ₀ 1	0,089	13	P ₂ 1	0,056
2	P ₀ 2	0,095	14	P ₂ 2	0,053
3	P ₀ 3	0,112	15	P ₂ 3	0,061
4	P ₀ 4	0,090	16	P ₂ 4	0,059
5	P ₀ 5	0,085	17	P ₂ 5	0,042
6	P ₀ 6	0,092	18	P ₂ 6	0,040
7	P ₁ 1	0,066	19	P ₃ 1	0,039
8	P ₁ 2	0,078	20	P ₃ 2	0,029
9	P ₁ 3	0,080	21	P ₃ 3	0,023
10	P ₁ 4	0,068	22	P ₃ 4	0,014
11	P ₁ 5	0,064	23	P ₃ 5	0,017
12	P ₁ 6	0,060	24	P ₃ 6	0,020

PERHATIAN :

-Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk contoh diatas
-Hasil ini tidak boleh dipergunakan untuk keperluan Iklan/ Reklame



Ihsan Puspitasari, S.Si, Apt
No. 730425 199903 2 001



Certificate No. 01 100 106413
Scope : Provision of Health Laboratory Service

LAMPIRAN B. Hasil Uji Statistik Anova

1. Uji Normalitas P₀,P₁,P₂,P₃

Tests of Normality

	Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Hasil	P0	.284	6	.141	.819	6	.087
	P1	.233	6	.200 [*]	.907	6	.417
	P2	.219	6	.200 [*]	.879	6	.266
	P3	.196	6	.200 [*]	.935	6	.620

Berdistribusi normal

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

2. Tes Homogenitas

Test of Homogeneity of Variances

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.036	3	20	.991

Data bersifat homogen

3. Uji Anova

ANOVA

Hasil

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.016	3	.005	66.521	.000
Within Groups	.002	20	.000		
Total	.017	23			

Ada perbedaan antar kelompok

4. Uji Post Hoc

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Hasil

Tukey HSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
P0	P1	.024500 [*]	.005122	.001	.01016	.03884
	P2	.042000 [*]	.005122	.000	.02766	.05634
	P3	.070167 [*]	.005122	.000	.05583	.08450
P1	P0	-.024500 [*]	.005122	.001	-.03884	-.01016
	P2	.017500 [*]	.005122	.013	.00316	.03184
	P3	.045667 [*]	.005122	.000	.03133	.06000
P2	P0	-.042000 [*]	.005122	.000	-.05634	-.02766
	P1	-.017500 [*]	.005122	.013	-.03184	-.00316
	P3	.028167 [*]	.005122	.000	.01383	.04250
P3	P0	-.070167 [*]	.005122	.000	-.08450	-.05583
	P1	-.045667 [*]	.005122	.000	-.06000	-.03133
	P2	-.028167 [*]	.005122	.000	-.04250	-.01383

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Ada perbedaan setiap
kelompok dengan
kelompok lain

LAMPIRAN C. Dokumentasi Foto

PERSIAPAN



Gambar 1. Kulit pisang raja yang didapat dari *cafe* yang menjual pisang *nugget*



Gambar 2. Pencucian kulit pisang raja



Gambar 3. Mengeringkan kulit pisang raja



Gambar 4. Pembuatan serbuk kulit pisang menggunakan blender



Gambar 5. Proses maserasi serbuk selulosa kulit pisang raja



Gambar 6. Proses Pengeringan serbuk selulosa kulit pisang raja



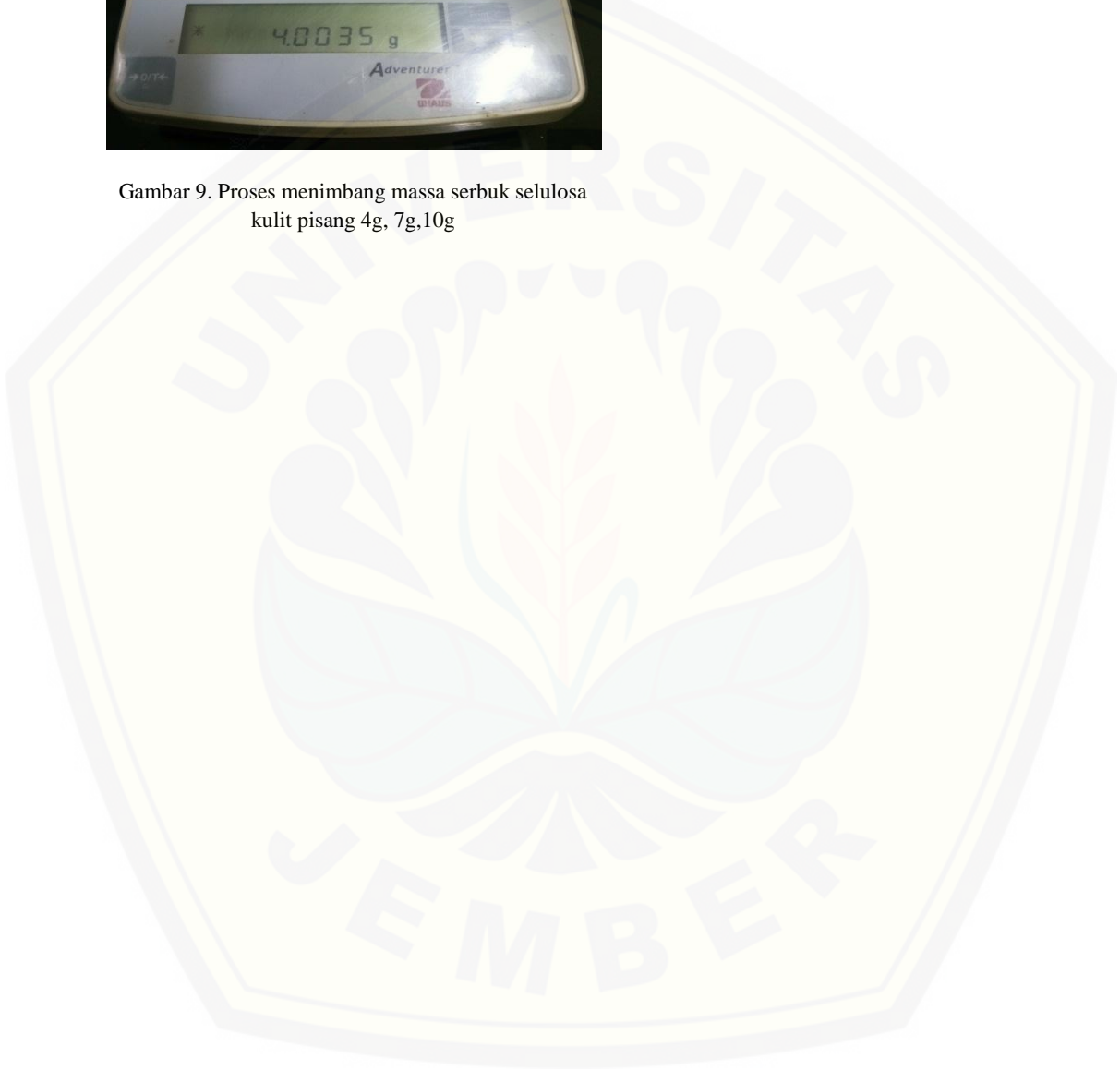
Gambar 7. Serbuk Selulosa Kulit Pisang



Gambar 8. Proses pengayakan dengan ayakan 60 mesh



Gambar 9. Proses menimbang massa serbuk selulosa kulit pisang 4g, 7g,10g



EKSPERIMEN



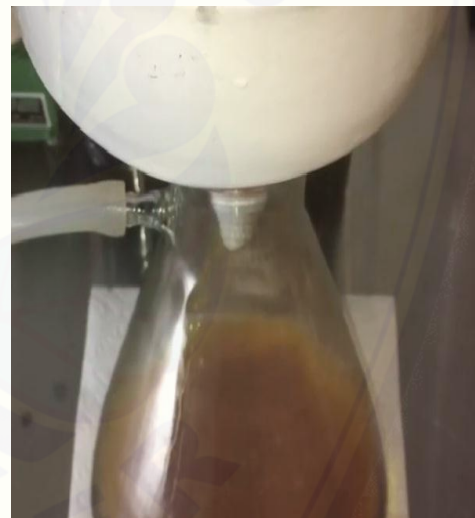
Gambar 11. Mengambil air sumur yang mengandung Pb



Gambar 12. Menghomogenkan air sumur yang mengandung Pb



Gambar 13. Mengontakkan serbuk selulosa kulit pisang dengan air sumur yang mengandung Pb



Gambar 14. Menyaring serbuk selulosa kulit pisang raja dengan kertas saring dari air sumur yang mengandung Pb



Gambar 15. Pengiriman ke BBLK surabaya

