



**PEMANFAATAN BIJI ASAM JAWA (*Tamarindus indica*)
SEBAGAI KOAGULAN ALTERNATIF PADA LARUTAN
 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$**

SKRIPSI

Oleh

**Sita Yuliatul Wildania
NIM. 121810301009**

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2017**



**PEMANFAATAN BIJI ASAM JAWA (*Tamarindus indica*)
SEBAGAI KOAGULAN ALTERNATIF PADA LARUTAN
 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$**

SKRIPSI

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

Oleh

Sita Yuliatul Wildania
NIM. 121810301009

JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2017

PERSEMBAHAN

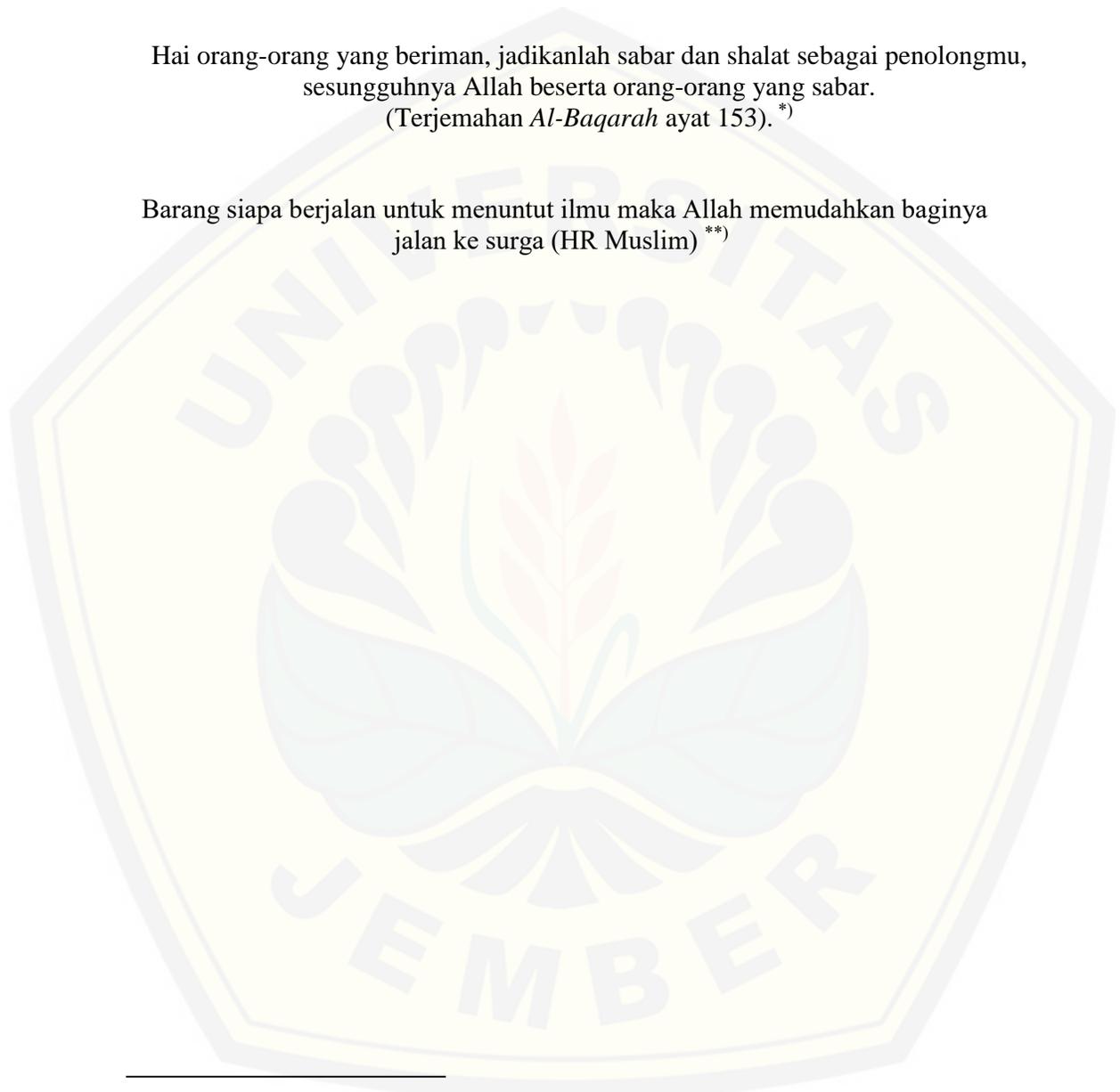
Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Orang tua tercinta, H.Moh. Suhairi (alm) dan Hj.Siti Marwiyah;
2. kakak-kakak tersayang Samsul Arifin, Eni Kurniawati dan Maria Ulfa, S.Pd;
3. guru-guruku sejak taman kanak-kanak hingga di perguruan tinggi;
4. sahabat dan teman seperjuangan KIMIA 2012 (LANTHANIDA);
5. Almamater Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
6. teman-teman Komunitas Peduli Pariwisata Kabupaten Banyuwangi (KOPIWANGI);
7. kawan seperjuangan dalam menyelesaikan skripsi di laboratorium kimia analitik;

MOTO

Hai orang-orang yang beriman, jadikanlah sabar dan shalat sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar.
(Terjemahan *Al-Baqarah* ayat 153). *)

Barang siapa berjalan untuk menuntut ilmu maka Allah memudahkan baginya jalan ke surga (HR Muslim) **)



*) Departemen Agama Republik Indonesia. 2008. *Al-Quran dan Terjemahannya*. Bandung: CV. Diponegoro.

**) Syaikh Abdurrahman. 2016. *99 Hadis Pedoman Hidup Muslim*. Jakarta: Fatiha.

PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Sita Yuliatul Wildania

NIM : 121810301009

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Pemanfaatan Biji Asam Jawa (*Tamarindus Indica*) sebagai Koagulan Alternatif pada Larutan $Pb(NO_3)_2$ ” 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 sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, 08 Desember 2017

Yang menyatakan,



Sita Yuliatul Wildania

NIM 121810301009

SKRIPSI

**PEMANFAATAN BIJI ASAM JAWA (*Tamarindus indica*)
SEBAGAI KOAGULAN ALTERNATIF PADA LARUTAN
 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$**

Oleh

Sita Yuliatul Wildania

NIM 121810301009

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Asnawati, S.Si., M.Si.

Dosen Pembimbing Anggota : Tanti Haryati, S.Si., M.Si.

PENGESAHAN

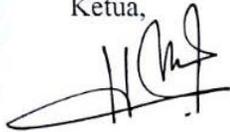
Skripsi berjudul “Pemanfaatan Biji Asam Jawa (*Tamarindus Indica*) sebagai Koagulan Alternatif pada Larutan $Pb(NO_3)_2$ ” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember pada:

hari, tanggal : **RABU 27 DEC 2017**

tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

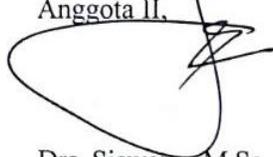
Tim Penguji;

Ketua,



Asnawati, S.Si., M.Si.
NIP. 196808141999032001

Anggota II,



Drs. Siswoyo, M.Sc, Ph.D.
NIP. 196605291993031003

Anggota I,



Tanti Haryati, S.Si., M.Si.
NIP. 198010292005012002

Anggota III,



Novita Andarini, S.Si., M.Si.
NIP. 19721122000032001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan,



Drs. Suwito, Ph.D.

NIP. 196402041987111001

RINGKASAN

Pemanfaatan Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica*) sebagai Koagulan Alternatif pada Larutan $Pb(NO_3)_2$; Sita Yuliatul Wildania, 121810301009; 2017: 40 halaman; Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

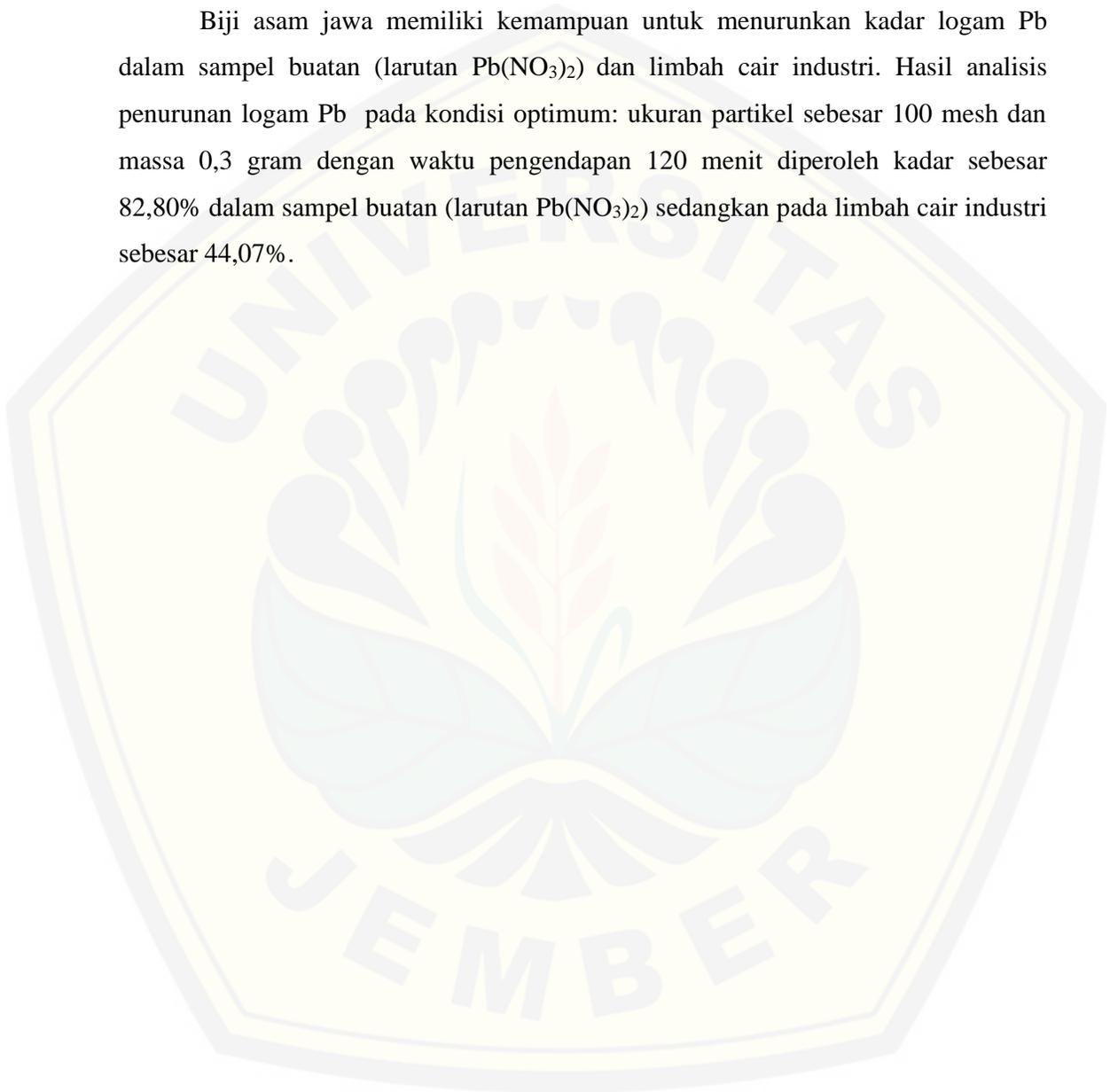
Logam Pb merupakan logam berat yang tidak dapat terdegradasi oleh lingkungan dan dapat mencemari lingkungan. Berbagai upaya telah dikembangkan untuk menurunkan kadar logam Pb tersebut, salah satunya dengan cara koagulasi. Koagulasi merupakan proses penggumpalan dengan adanya reaksi kimia jika ditambahkan suatu bahan pereaksi (koagulan). Biji asam jawa (*Tamarindus indica*) dapat digunakan sebagai bahan koagulan alami karena memiliki kandungan protein yang cukup tinggi. Pemanfaatan biji asam jawa dilakukan dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ukuran partikel koagulan, massa koagulan, waktu koagulasi optimum dalam mengkoagulasi sampel buatan (larutan $Pb(NO_3)_2$) dan sampel limbah cair industri.

Metode penelitian yang dilakukan meliputi beberapa parameter. Pertama penentuan ukuran partikel, massa dan waktu koagulasi optimum pada pengukuran penurunan kadar logam Pb dalam larutan $Pb(NO_3)_2$. Variasi ukuran partikel yang digunakan (60; 80; 100) mesh, massa yang digunakan yakni (0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5) gram, sedangkan variasi waktu pengendapan meliputi (60; 90; 120; 150; 180) menit. Hasil optimasi yang diperoleh dilakukan pengukuran kembali pada limbah cair industri. Pengukuran kadar logam Pb dilakukan dengan menggunakan alat Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).

Hasil optimum ditunjukkan pada penurunan nilai absorbansi terendah. Ukuran partikel optimum terjadi pada 100 mesh hal ini disebabkan pada ukuran partikel 100 mesh memiliki luas permukaan besar dibandingkan pada ukuran 60 mesh. Hasil massa optimum yaitu sebesar 0,3 gram. Pada massa 0,3 gram penurunan kadar logam Pb lebih tinggi hal ini menunjukkan bahwa logam Pb yang terkoagulasi lebih banyak.

Penggunaan waktu optimum sebesar 120 menit, semakin lama waktu maka proses koagulasi semakin baik.

Biji asam jawa memiliki kemampuan untuk menurunkan kadar logam Pb dalam sampel buatan (larutan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$) dan limbah cair industri. Hasil analisis penurunan logam Pb pada kondisi optimum: ukuran partikel sebesar 100 mesh dan massa 0,3 gram dengan waktu pengendapan 120 menit diperoleh kadar sebesar 82,80% dalam sampel buatan (larutan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$) sedangkan pada limbah cair industri sebesar 44,07%.



PRAKATA

Puji syukur atas segala rahmat dan karunia yang dilimpahkan Allah SWT, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pemanfaatan Biji Asam Jawa (*Tamarindus Indica*) sebagai Koagulan Alternatif pada Larutan $Pb(NO_3)_2$ ”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) di Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

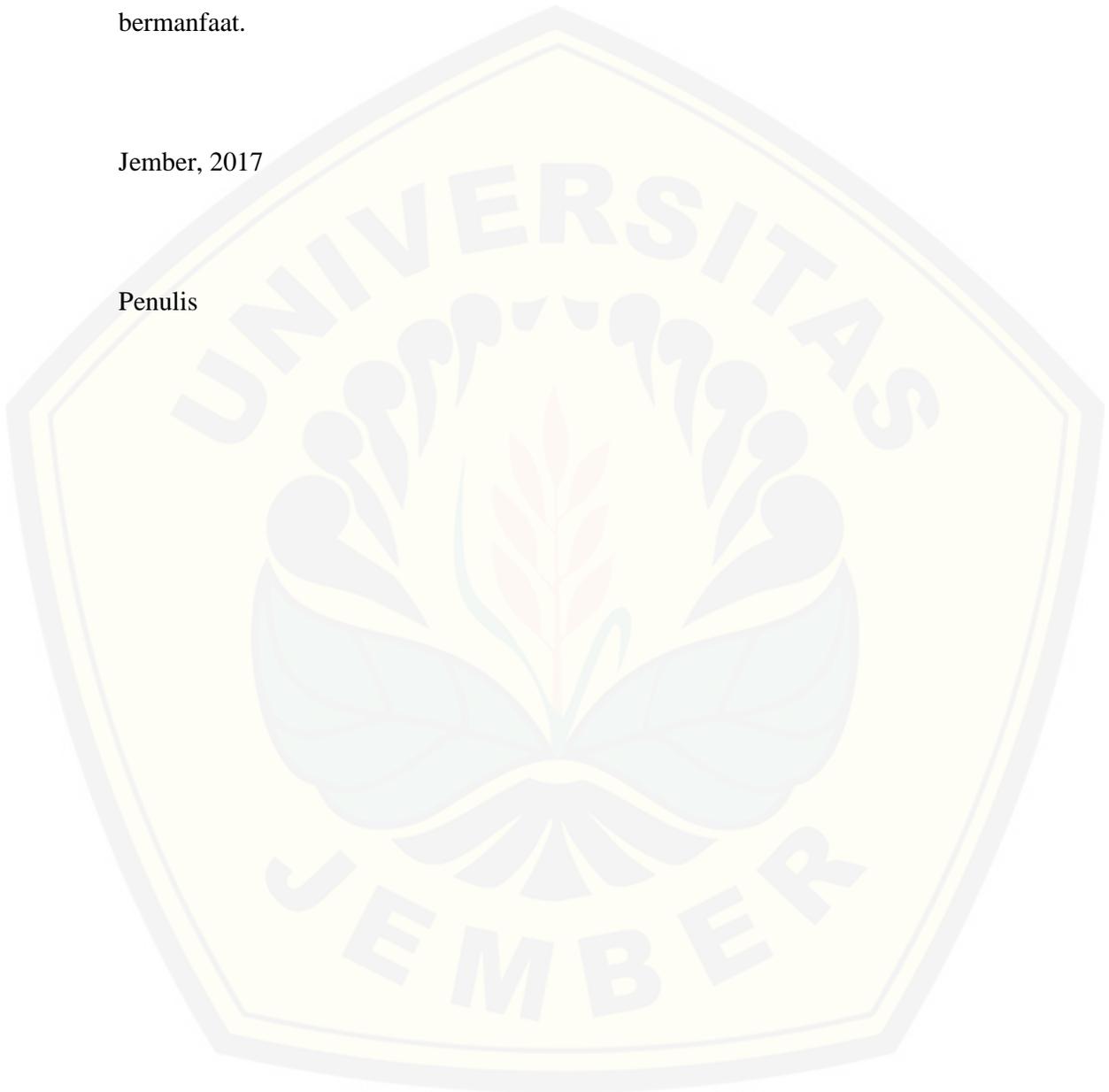
Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Drs. Sujito, Ph.D., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
2. Dr. Bambang Piluharto, S.Si., M.Si., selaku ketua Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
3. Asnawati, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Tanti Haryati, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, tenaga, pikiran dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
4. Drs. Siswoyo, M.Sc, Ph.D, selaku Dosen Penguji I, dan Novita Andarini, S.Si., M.Si., selaku Dosen Penguji II yang telah meluangkan waktunya guna menguji, serta memberikan kritik dan saran demi kesempurnaan skripsi ini;
5. Tanti Haryati, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing penulis selama menjadi mahasiswa.
6. segenap dosen pengajar Fakultas MIPA, terutama dosen-dosen Jurusan Kimia Universitas Jember yang telah memberikan banyak ilmu dan pengetahuan;
7. semua pihak yang telah membantu yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, 2017

Penulis



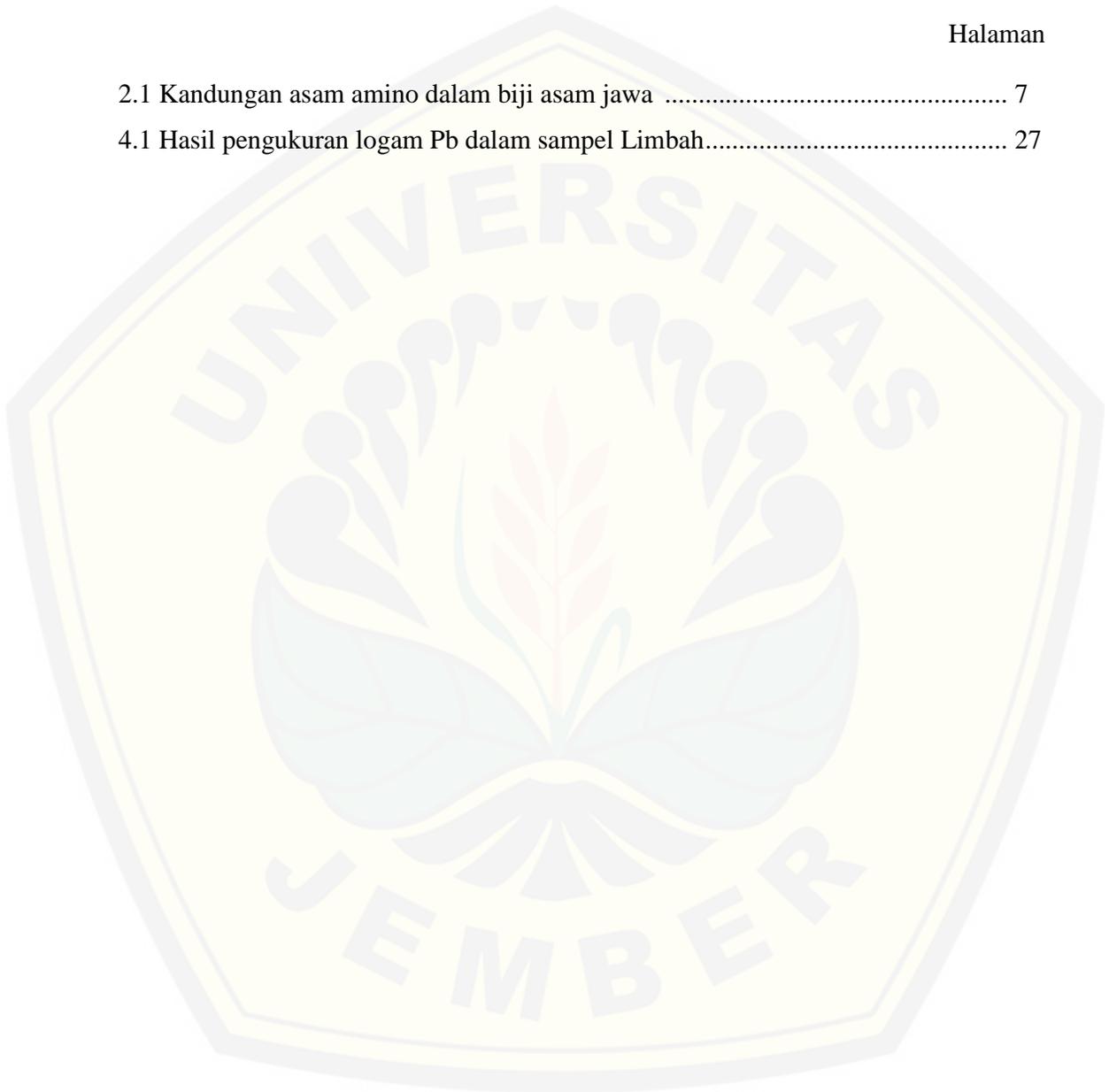
DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBING	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Asam Jawa	4
2.2 Logam Timbal (Pb)	8
2.3 Koagulasi	9
2.4 Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)	12
2.4.1 Komponen-Komponen SSA	13
2.5 Uji Recovery	14
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	15

3.1 Waktu dan Tempat	15
3.2 Alat dan Bahan	15
3.2.1 Alat.....	15
3.2.2 Bahan	15
3.3 Diagram Alir Penelitian	16
3.4 Prosedur Penelitian	17
3.4.1 Preparasi Biji Asam Jawa	17
3.4.2 Pembuatan Larutan Induk Pb 1000 ppm.....	17
3.4.3 Pembuatan Larutan Standar Pb.....	17
3.4.4 Pembuatan Kurva Standar Pb	17
3.4.5 Pengukuran Parameter Penelitian	18
a. Penentuan Ukuran Partikel Optimum Biji Asam Jawa	18
b. Penentuan Massa Optimum Biji Asam Jawa	18
c. Penentuan Waktu Pengendapan Optimum	18
d. Pengukuran Kadar Pb pada Limbah.....	19
e. Uji Recovery.....	19
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 Ukuran Partikel Optimum Biji Asam Jawa	20
4.2 Massa Optimum Biji Asam Jawa	22
4.3 Waktu Pengendapan Optimum Koagulasi	24
4.4 Kurva Kalibrasi	25
4.5 Penurunan Kadar Logam Pb pada Sampel Buatan dan Sampel Limbah Cair	26
BAB 5. PENUTUP	28
5.1 Kesimpulan	28
5.2 Saran	28
DAFTAR PUSTAKA	29
LAMPIRAN	32

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Kandungan asam amino dalam biji asam jawa	7
4.1 Hasil pengukuran logam Pb dalam sampel Limbah.....	27



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Buah Asam Jawa	5
2.2 Biji Asam Jawa	5
2.3 Struktur Asam Amino	6
2.4 Reaksi Asam Amino dengan Asam dan Basa	6
2.5 Logam Pb	9
2.6 Komponen Alat Spektrofotometer Seraan Atom (SSA)	13
4.1 Grafik hubungan antara ukuran partikel dengan absorbansi logam Pb pada massa 0,3 gram dan waktu pengendapan 90 menit	21
4.2 Grafik hubungan antara massa koagulan dengan absorbansi logam Pb pada ukuran partikel 100 mesh dan waktu pengendapan 90 menit	22
4.3 Restabilisasi	23
4.4 Grafik hubungan antara waktu pengendapan dengan absorbansi logam Pb pada ukuran partikel 100 mesh dan massa 0,3 gram	24
4.5 Kurva larutan standart Pb	26

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
4.1 Data Kurva Kalibrasi	32
4.2 Data Penentuan Ukuran Partikel, Massa dan Waktu Pengendapan Optimum Biji Asam Jawa Terhadap Penurunan Kadar Logam Pb.....	33
4.2.1 Ukuran Partikel Optimum Biji Asam Jawa.....	33
4.2.2 Massa Partikel Optimum Biji Asam Jawa	34
4.2.3 Waktu Pengendapan Optimum Biji Asam Jawa.....	35
4.3 Perhitungan Konsentrasi Logam Pb Sebelum dan Setelah Penambahan Koagulan Biji Asam Jawa pada $Pb(NO_3)_2$	36
4.3.1 Data Absorbansi setelah Penambahan Koagulan Biji Asam Jawa	36
4.4 Perhitungan Konsentrasi Logam Pb Sebelum dan Setelah Penambahan Koagulan Biji Asam Jawa Pada Limbah	37
4.4.1 Data Sampel Limbah Sebelum Penambahan Koagulan Biji Asam Jawa	37
4.4.2 Data Sampel Limbah Setelah Penambahan Koagulan Biji Asam Jawa	37
4.5 Perhitungan Konsentrasi Sampel dan Uji Recovery dalam Limbah.....	38
4.5.1 Data Hasil Uji Recovery	38

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Logam berat merupakan komponen alami yang terdapat di kulit bumi yang tidak dapat didegradasi atau dihancurkan (Agustina, 2010). Logam dapat membahayakan bagi kehidupan manusia jika konsentrasinya melebihi batas ambang yang diijinkan. Logam Pb merupakan salah satu logam berat yang bersifat toksis dan sangat berbahaya bagi manusia dan lingkungan hidup.

Saat ini banyak ditemukan berbagai cara penurunan kadar logam berat. Beberapa metode yang dapat dilakukan dalam proses pengolahan logam berat yaitu koagulasi dan flokulasi (Indra, 2010), adsorpsi (Mia, 2012), Flotasi (Nora *et al.*, 2013). Koagulasi merupakan proses penggumpalan dengan adanya reaksi kimia jika ditambahkan suatu bahan pereaksi (koagulan). Partikel kecil yang tercampur pada suatu larutan dapat dikurangi atau dinetralkan dengan menambahkan suatu bahan koagulan. Adanya suatu bahan koagulan menyebabkan partikel koloid akan tersuspensi dan saling berdekatan satu sama lain sehingga dapat mengendap dengan gumpalan yang lebih besar (Sugiharto, 1987). Faktor-faktor yang mempengaruhi koagulasi antara lain: dosis koagulan, jenis koagulan, kecepatan pengadukan, ukuran partikel, waktu pengendapan, derajat keasaman (pH), temperatur, garam garam di air, dan kekeruhan (Basset, 1994).

Koagulasi pada umumnya memerlukan suatu bahan kimia, bahan kimia yang sering digunakan sebagai koagulasi yaitu aluminium sulfat (tawas), ferri klorida, ferri sulfat. Akan tetapi, penggunaan bahan kimia sebagai koagulan ini membutuhkan biaya yang mahal (Chandra, 1998). Terdapat alternatif lain yang dapat digunakan sebagai bahan koagulan pengganti bahan kimia yaitu biji asam jawa.

Asam jawa (*Tamarindus indica*) merupakan suatu tumbuhan yang hidup di daerah tropis dan termasuk dalam tumbuhan berbuah polong. Asam jawa dalam kehidupan sehari-hari sering digunakan dalam bumbu masakan, jamu, bahan sirup dll. Akan tetapi biji asam jawa masih belum dimanfaatkan dengan baik dan biasa hanya dibuang saja. Asam jawa memiliki banyak kegunaan mulai dari daun hingga batangnya. Di samping daging buahnya, biji asam jawa juga memiliki manfaat penting yaitu dapat digunakan sebagai bahan koagulan alami karena memiliki kandungan protein yang cukup tinggi. Kandungan lain yang terdapat dalam biji asam jawa yaitu minyak esensial dan beberapa polimer alami seperti getah, pati, dan albumnoid.

Penelitian Hendrawati *et al.* (2013), biji asam jawa mampu memperbaiki kualitas air tanah dengan dosis optimum 0,009% (penurunan turbiditas 99,72%). Penelitian lain pada Bernard (2008) Biji asam jawa juga mampu menurunkan turbiditas sebesar 87,88%, TTS sebesar 98,78%, dan COD sebesar 22,40% pada limbah cair tahu. Protein yang terdapat dalam biji asam jawa mengandung gugus $-NH_3^+$ dimana gugus ini dapat mengikat partikel negatif dan terdestabilkan membentuk partikel yang dapat diendapkan. Gugus COO^- juga terbentuk yang akan mengikat suatu kation (Hendrawati *et al.*, 2013).

Berdasarkan kemampuan yang dimiliki oleh biji asam jawa sebagai bahan koagulan, maka akan dilakukan penelitian pemanfaatan biji asam jawa (*Tamarindus Indica*) sebagai bahan koagulan alternatif penurunan logam timbal (Pb) pada larutan $Pb(NO_3)_2$. Penelitian ini menggunakan tiga variasi yaitu ukuran partikel koagulan, massa koagulan, dan waktu pengendapan.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas berdasarkan latar belakang di atas adalah :

1. Berapakah ukuran partikel koagulan, massa koagulan dan waktu koagulasi yang dapat menurunkan kadar logam Pb secara maksimum?
2. Bagaimanakah kemampuan koagulan dalam mengkoagulasi logam Pb dalam sampel buatan (larutan $(Pb(NO_3)_2)$ dan limbah cair?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang dipakai dalam penelitian ini adalah :

1. Suhu yang digunakan yaitu suhu ruang.
2. Ukuran partikel yang digunakan 60, 80 dan 100 mesh.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. Mempelajari ukuran partikel koagulan, massa koagulan dan waktu koagulasi yang dapat menurunkan kadar logam Pb secara maksimum.
2. Mempelajari kemampuan koagulan dalam mengkoagulasi logam Pb dalam sampel buatan (larutan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$) dan limbah cair.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang biji asam jawa (*Tamarindus Indica*) yang dapat digunakan sebagai bahan koagulan alami dalam mengkoagulasi logam Pb.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Asam Jawa

Asam jawa termasuk dalam suku *Fabaceae* (Leguminosae) yang dihasilkan dari pohon yang bernama ilmiah *Tamarindus indica*. Bentuk pohon asam jawa yang besar, tinggi sampai 30 m dan diameter batang di pangkal hingga 2 m. Kulit batang memiliki warna coklat keabu-abuan, bentuk memecah dan kasar. Asam jawa merupakan jenis buah yang memiliki rasa asam, dalam kehidupan sehari-hari biasanya digunakan dalam campuran masakan atau penambah rasa asam dalam makanan.

Daun asam jawa berbentuk panjang sekitar 17 cm dan memiliki sirip genap. Bunga dengan kelopak 4 buah dan daun mahkota 5 buah yang memiliki bau yang harum. Bunganya berwarna kuning kemerah-merahan dan buah polongnya berwarna coklat. Buah asam jawa menghasilkan biji lebih dari satu (Septiatin, 2008).

Klasifikasi asam jawa:

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Superdevisi	: <i>Spermatophyta</i>
Devisi	: <i>Magnoliophyta</i>
Kelas	: <i>Magnoliopsida</i>
Ordo	: <i>Fabales</i>
Familia	: <i>Fabaceae</i>
Genus	: <i>Tamarindus</i>
Spesies	: <i>Tamarindus indica L</i>



Gambar 2.1 Buah Asam Jawa

Biji asam jawa mengandung protein, karbohidrat, serta kandungan mineral yang cukup tinggi. Buah polong asam jawa mengandung senyawa kimia antara lain: tanin, asam sitrat, asam suksinat. Asam jawa larut dalam air dan dapat mengendapkan protein dari larutan. Bagian daun asam jawa terdapat kandungan kimia saponin, flavonoid. Kandungan biji asam jawa yang dapat digunakan sebagai bahan koagulan karena terdapat protein yang berperan sebagai polielektrolit (Mishra *et al.*, 2005).

Biji asam jawa memiliki bentuk yang tidak beraturan berwarna coklat tua dan mengkilat. Biji asam jawa terdapat tiga bagian utama yaitu kulit biji (spermodermis), kulit ari tali pusat (Funiculus), inti biji (Nukleus seminis).



Gambar 2.2 Biji Asam Jawa

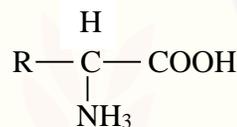
Selain protein kandungan lain seperti tanin yang terdapat dalam biji asam jawa juga dapat dipergunakan sebagai proses koagulasi. Tanin merupakan senyawa fenol yang dapat larut dalam air dengan berat molekul 500-3000 yang dapat mengendapkan protein dari larutan (Rao, 1994).

Hendrawati dkk, (2013) menyatakan polielektrolit merupakan polimer yang membawa muatan positif atau negatif dari gugus yang terionisasi. Penambahan konsentrasi polielektrolit akan mengakibatkan berkurangnya

kestabilan koloid dan dapat mengurangi gaya tolak menolak antara partikel sehingga menunjang proses pengendapan.

Partikel koloid secara umum memiliki muatan sejenis. Muatan yang sejenis ini akan menghasilkan gaya tolak menolak antara partikel koloid. Hal ini mengakibatkan partikel koloid tidak dapat bergabung sehingga memberikan kestabilan pada sistem koloid. Protein yang terlarut dalam biji asam jawa mengandung gugus NH_3^+ . Gugus ini dapat mengikat partikel yang bermuatan negatif sehingga partikel tersebut terdestabilisasi membentuk ukuran partikel yang lebih besar sehingga dapat terendapkan (Hendrawati dkk, 2013).

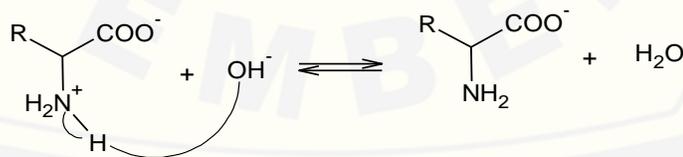
Protein secara umum tersusun dari rantai polipeptida panjang yang dapat digabung oleh ikatan peptida. Asam amino dalam protein tersusun dengan adanya asam amino dan gugus karboksil yang terikat oleh karbon.



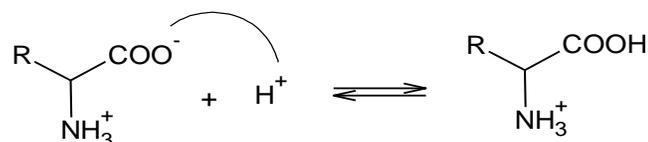
Gambar 2.3 Struktur Asam Amino (Fessenden dan Fessenden, 1986)

Molekul asam amino mengandung gugus karboksil ($-\text{COOH}$) dan gugus amina ($-\text{NH}_2$). Asam amino memiliki sifat amfoter dimana asam amino dapat bereaksi dengan suatu asam maupun basa. Suatu asam amino jika direaksikan dengan asam akan menjadi suatu kation dan jika direaksikan dengan basa akan menjadi sebuah anion.

Basa



Asam



Gambar 2.4 Reaksi Asam Amino dengan Asam dan Basa (Fessenden dan Fessenden, 1986)

Glew *et al.* (2005) menyatakan kandungan asam amino yang ada dalam biji asam jawa diantaranya:

Tabel 2.1 Kandungan asam amino pada biji asam jawa

Jenis Asam Amino	Jumlah (mg/g dw)
Asam glutamat	16,70
Asam Aspartat	12,00
Serin	6,88
Glisin	5,15
Histidin	3,37
Arginin	8,74
Treonin	6,05
Alanin	6,20
Prolin	7,61
Tirosin	4,34
Valin	6,97
Metionin	2,48
Isoleusin	5,20
Leusin	8,89
Fenilalanin	4,78
Lisin	8,22
Sistein	1,35

Sumber: (Glew *et al.*, 2005).

Klasifikasi asam amino berdasarkan sifat kimia rantai samping, gugus alkil (R) menjadi 4 kelompok yaitu :

1. Asam amino bermuatan positif (+)

Asam amino bermuatan positif bersifat polar dan terletak di permukaan protein yang dapat mengikat air. Asam amino jenis ini mempunyai gugus dengan sifat basa pada rantai samping atau gugus alkilnya. Senyawa asam amino yang tergolong dalam kelompok ini yaitu, histidin, arginin dan lisin.

2. Asam amino bermuatan negatif (-)

Asam amino jenis ini mempunyai gugus karboksil pada rantai sampingnya. Senyawa asam amino dalam golongan ini yaitu asam amino aspartat dan glutamat.

3. Asam amino polar

Asam amino jenis ini mempunyai gugus R yang tidak bermuatan. Asam amino polar mempunyai sifat mudah larut dalam air atau hidrofilik dan cenderung terdapat di bagian luar protein. Senyawa asam amino yang tergolong dalam kelompok ini yaitu serin, sistein, glutamin, asparagin, threonin, tirosin.

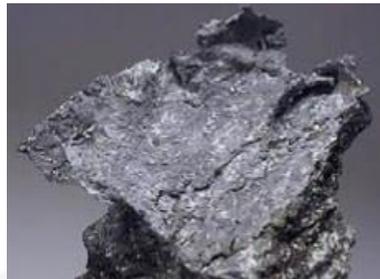
4. Asam amino non polar

Asam amino jenis ini mempunyai gugus R alifatik. Asam amino yang tergolong dalam golongan ini yaitu alanin, fenilalanin, leusin, prolin, isoleusin dan valin. Asam amino non polar umumnya terdapat pada protein yang berinteraksi dengan lipid (Lehninger, 1982).

2.2 Logam Timbal (Pb)

Timbal merupakan suatu logam berat yang banyak dilihat oleh masyarakat awam dengan ciri berwarna abu-abu. Timbal dalam keseharian lebih dikenal dengan nama timah hitam. Timbal merupakan bahan alami yang terdapat didalam kerak bumi. Timbal dapat larut dalam asam asetat, sulfat pekat, dan asam nitrit. Logam Pb memiliki sifat kimia yang aktif, sehingga dapat melapisi logam untuk mencegah perkaratan (Palar, 1994).

Logam Pb memiliki nomer atom 82, massa atom sebesar 207. Logam ini terletak pada golongan IV A pada periode 6 dengan konfigurasi $[\text{Xe}] 4f^{14} 5d^{10} 6s^2 6p^2$. Logam timbal berbentuk padat dengan massa jenis 11,34 g/cm³. Titik leleh sebesar 1724 °C dan titik didihnya 327 °C. Kalor peleburan pada logam timbal (Pb) sebesar 4,77 kJ/mol, dan kalor penguapan 179,5 kJ/mol dengan kapasitas kalor sebesar 26,65 J/mol.K (Palar, 1994).



Gambar 2.5 Logam Pb

Logam Pb memiliki sifat yang karsinogenik sehingga logam ini dapat dikatakan sebagai logam berbahaya bagi kesehatan makhluk hidup. Logam Pb dapat mencemari tumbuhan, hewan, air, udara bahkan manusia. Pada orang dewasa logam Pb dapat mengurangi kesuburan yang bahkan dapat menyebabkan kemandulan. Logam Pb dapat masuk dalam tubuh manusia melalui makanan yang berasal dari tumbuh-tumbuhan. Masuknya logam Pb dalam perairan terjadi akibat pengkristalan logam Pb di udara dengan bantuan air hujan. Logam Pb yang terdapat di perairan secara alamiah sebagai dampak dari aktivitas manusia. Selain itu, proses korofikasi dari batuan mineral juga merupakan salah satu jalur masuknya sumber Pb ke perairan (Palar, 1994).

2.3 Koagulasi

Koagulasi berasal dari bahasa latin “coagulare” (yang artinya bergerak bersama-sama). Koagulasi merupakan suatu proses destabilisasi muatan partikel karena adanya penambahan suatu bahan koagulan. Tujuan dari penambahan koagulan yaitu untuk menetralkan muatan, sehingga akan terbentuk sebuah flok yang dapat diendapkan. Proses koagulasi dapat berlangsung dengan proses pengadukan antara air baku dengan koagulan. Prinsip dari koagulasi dalam air terdapat partikel padatan yang bermuatan negatif. Dalam proses ini partikel saling tolak-menolak sehingga tetap stabil dalam bentuk koloid. Proses netralisasi muatan dapat dilakukan dengan cara menambahkan koagulan yang bermuatan positif ke dalam air dengan pengadukan secara tepat (Hammer dan Viessman, 1985).

Koagulan juga dapat terjadi dengan proses adsorpsi koloid yang memiliki muatan positif (logam berat) oleh protein. Proses adsorpsi merupakan penyerapan partikel atau ion pada permukaan partikel koloid (Sotheeswaran *et al.*, 2012). Adsorpsi ion-ion tersebut akan mengelilingi permukaan partikel dan akan menarik ion-ion yang bermuatan dalam larutan.

Tingkat interaksi elektrostatis pada partikel yang memiliki muatan yang sama dan saling berdekatan dapat ditunjukkan dengan nilai zeta potensial. Nilai zeta potensial berpengaruh dalam terjadinya flokulasi, dimana makin tinggi nilai potensial zeta maka akan semakin mencegah terjadinya flokulasi. Nilai zeta potensial dapat digunakan untuk menentukan gerakan atau interaksi antar koloid dan mengontrol stabilitas koloid. Stabilitas koloid pada umumnya disebabkan oleh gaya elektrostatis tolak menolak. Nilai zeta potensial yang tinggi akan berpengaruh pada tingkat kestabilan koloid, dimana koloid akan lebih stabil apabila perbedaan muatan tinggi dan ukuran partikel yang kecil. Penurunan nilai zeta potensial dapat dilakukan dengan cara menambahkan ion yang memiliki muatan yang berlawanan, sehingga perbedaan muatan partikel akan menurun (Weiner *et al.*, 1993).

Faktor-Faktor yang mempengaruhi koagulasi yaitu :

a. Dosis koagulan

Air yang memiliki tingkat kekeruhan yang tinggi akan membutuhkan dosis koagulan yang lebih banyak. Jika dosis koagulan berlebih juga akan menimbulkan efek pada partikel yang akan mengakibatkan tingkat kekeruhan naik.

b. Jenis koagulan

Jenis koagulan yang dipakai harus sesuai dan memiliki muatan yang berbeda atau berlawanan antara koagulan dengan air. Hal ini dapat membantu dalam proses pembentukan flok-flok.

c. Ukuran Partikel

Ukuran partikel berpengaruh terhadap koagulasi, dimana semakin kecil ukuran partikel maka luas bidang kontak akan semakin besar sehingga tumbukan partikel akan semakin meningkat (Bernard, 2008).

d. Kecepatan pengadukan

Pengadukan dilakukan untuk melarutkan koagulan dalam air. Kecepatan pengadukan yang tepat sangat penting dalam keberhasilan proses koagulasi. Kecepatan pengadukan yang rendah akan mengakibatkan proses pembentukan flok-flok tidak sempurna dan sebaliknya jika pengadukan terlalu cepat akan mengakibatkan flok-flok yang sudah terbentuk akan terpecah kembali.

e. Waktu pengendapan

Proses koagulasi juga ditentukan oleh waktu pengendapan. Waktu pengendapan yaitu waktu yang dibutuhkan dalam proses pengendapan flok-flok yang terbentuk pada proses koagulasi.

f. Derajat keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) adalah salah satu faktor yang menentukan pada proses koagulasi, dimana pH merupakan suatu besaran untuk menyatakan sifat asam atau basa dari suatu larutan. Derajat keasaman (pH) larutan berbeda-beda sesuai jenis konsentrasi koagulan yang dipakai.

g. Temperatur

Temperatur berpengaruh pada proses koagulan dimana pada temperatur yang rendah reaksi yang terjadi akan lebih lambat dan viskositas air akan menjadi lebih besar. Viskositas ini akan berpengaruh pada pengendapan. Pada keadaan ini flok akan lebih suka terbentuk atau mengendap (Mukaromah, 2008).

h. Garam-garam di air

Garam mineral dapat mempengaruhi dosis koagulan dan menentukan pH. Pengaruh yang diberikan berbeda sesuai dengan konsentrasi dan jenis garam atau ionnya.

i. Kekeruhan

Kekeruhan (turbiditas) disebabkan adanya zat yang tersuspensi dalam larutan. Kekeruhan merupakan sifat optik suatu larutan. Tingkat kekeruhan bergantung pada banyaknya jumlah partikel. Kekeruhan yang tinggi pada

umumnya membutuhkan koagulan yang sedikit, hal ini terjadi tumbukan antar partikel yang lebih tinggi (Basset, 1994).

2.4 Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)

Metode analisis secara kuantitatif dimana pengukurannya berdasarkan penyerapan cahaya dengan panjang gelombang tertentu oleh atom logam dalam keadaan bebas sering disebut Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) (Skoog *et. al.*, 2000). Metode ini berprinsip pada absorpsi cahaya oleh atom. Penyerapan cahaya tersebut pada panjang gelombang tertentu, sesuai dengan sifat unsurnya. Pada umumnya analisis Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) digunakan untuk menetapkan unsur-unsur logam. Contoh logam-logam yang mudah diuapkan yaitu Cu, Pb, Zn, Cd.

Atom-atom yang menyerap energi radiasi pada Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) adalah atom-atom yang berada pada tingkat energi dasar (*ground state*). Atom-atom keadaan dasar yang berbentuk kabut akan dilewatkan sinar dan pada panjang gelombang tertentu. Terjadi elektron tereksitasi pada penyerapan energi oleh atom bebas. Jumlah atom pada tingkat dasar yang menyerap sinar sebanding dengan intensitas sinar yang digunakan untuk eksitasi. Oleh karena itu, konsentrasi unsur dalam sampel dapat ditentukan dengan mengukur intensitas sinar yang diserap (absorbansi) (Pecsok *et al*, 1976).

Analisis kuantitatif secara Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) pada hubungan antara absorbansi dengan konsentrasi dapat dinyatakan dengan persamaan Lambert-Beer :

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

Dimana :

ϵ = Absortivitas molar

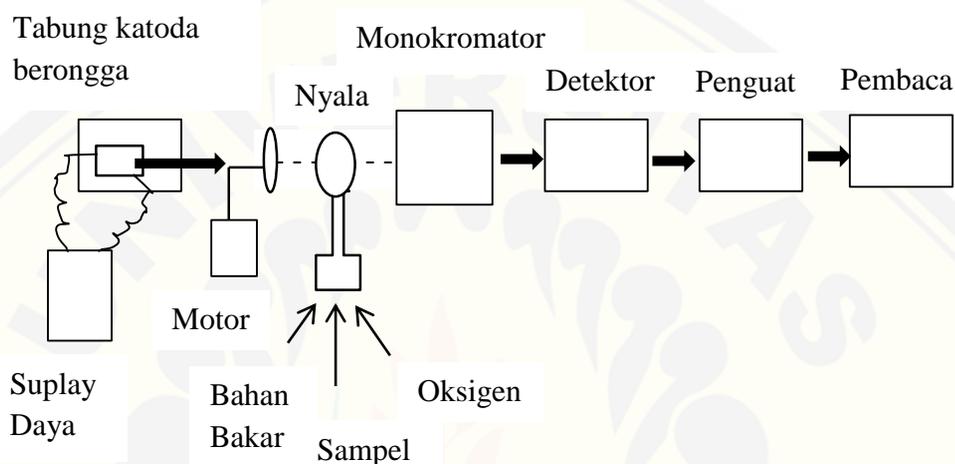
b = Panjang medium

c = Konsentrasi atom

A = Absorbansi

Dapat disimpulkan bahwa absorbansi berbanding lurus dengan konsentrasi atom (Day & Underwood, 1986).

Komponen utama pada alat Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) yaitu sumber cahaya, sistem atomisasi, sistem optik, monokromator, amplifier, detektor, sistem pembacaan (recorder). Berikut komponen alat Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) :



Gambar 2.6 Komponen Alat Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) (sumber: Underwood, 1986).

2.4.1 Komponen-komponen SSA

a. Lamp katoda berongga (*Hollo Cathode Lamp*)

Lampu katoda berongga didalamnya terdapat tabunga gas yang berisi gas Neon (Ne) atau gas Argon (Ar) dengan tekanan 1-5 torr dan juga dipasang sebuah katoda berongga dan anoda. Batang anoda dibuat dari wolfram/tungsten (W).

b. Ruang Pengkabutan (*Spray Chamber*)

Dalam ruangan ini terdiri dari peralatan nebulizer glass bead atau impact bead (digunakan untuk memecahkan larutan menjadi partikel butir yang halus). Terdapat juga flow spoiler (untuk mengemburkan butir / partikel larutan yang kasar, pada bagian ini berupa baling-baling berputar). Inlet dari fuel gas dan drain port (lubang pembuangan) juga terdapat pada bagian ini.

c. Pembakaran (*Burner*)

Pada alat ini campuran gas (oksida dan bahan bakar) dinyalakan dengan suhu tinggi kemudian akan terjadi pembenukan atom-atom analit yang akan diukur. Burner untuk nyala nitrous oksida-asetilen (2900-3000 °C) dan untuk nyala udara asetilen (suhu 2000-2200 °C). Dalam proses pembakaran ini harus selalu bersih untuk menjamin kepekaan yang tinggi dan baik.

d. Monokromator

Sistem monokromator berfungsi untuk memisahkan atau memilih-milih fraksi radiasi yang akan diteruskan dari radiasi lainnya setelah radiasi resonansi dari lampu katoda berongga.

e. Detektor

Detektor pada spektrofotometer serapan atom (SSA) ini adalah jenis detektor yang memiliki kepekaan jauh lebih tinggi dari pada phototube yang biasa. Jenis yang dipakai yaitu photomultipliertube yang responnya sangat cepat (10^{-9} detik). Detektor berfungsi untuk mengubah energi radiasi yang jatuh pada detektor menjadi sinyal elektrik / perubahan panas.

f. Lain-lain

1. Pipa saluran gas
2. Pembuangan gas dan udara kotor (Khopkar. 1990).

2.5 Uji Recovery

Kecermatan merupakan ukuran yang menunjukkan derajat kedekatan asil analisis dengan kadar analit yang sebenarnya. Kecermatan dinyatakan sebagai hasil perolehan kembali (recovery). % *Recovery* atau perolehan kembali dari sampel terhadap kadar larutan baku yang ditambahkan dapat dihitung menurut persamaan berikut :

$$\% \text{ Recovery} = \frac{[C]_{\text{sampel+spike}} - [C]_{\text{sampel}}}{[C]_{\text{spike}}} \times 100 \%$$

(Hermita, 2004)

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan Februari sampai Mei 2017 di Laboratorium Kimia Analitik Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

3.2 Alat dan Bahan

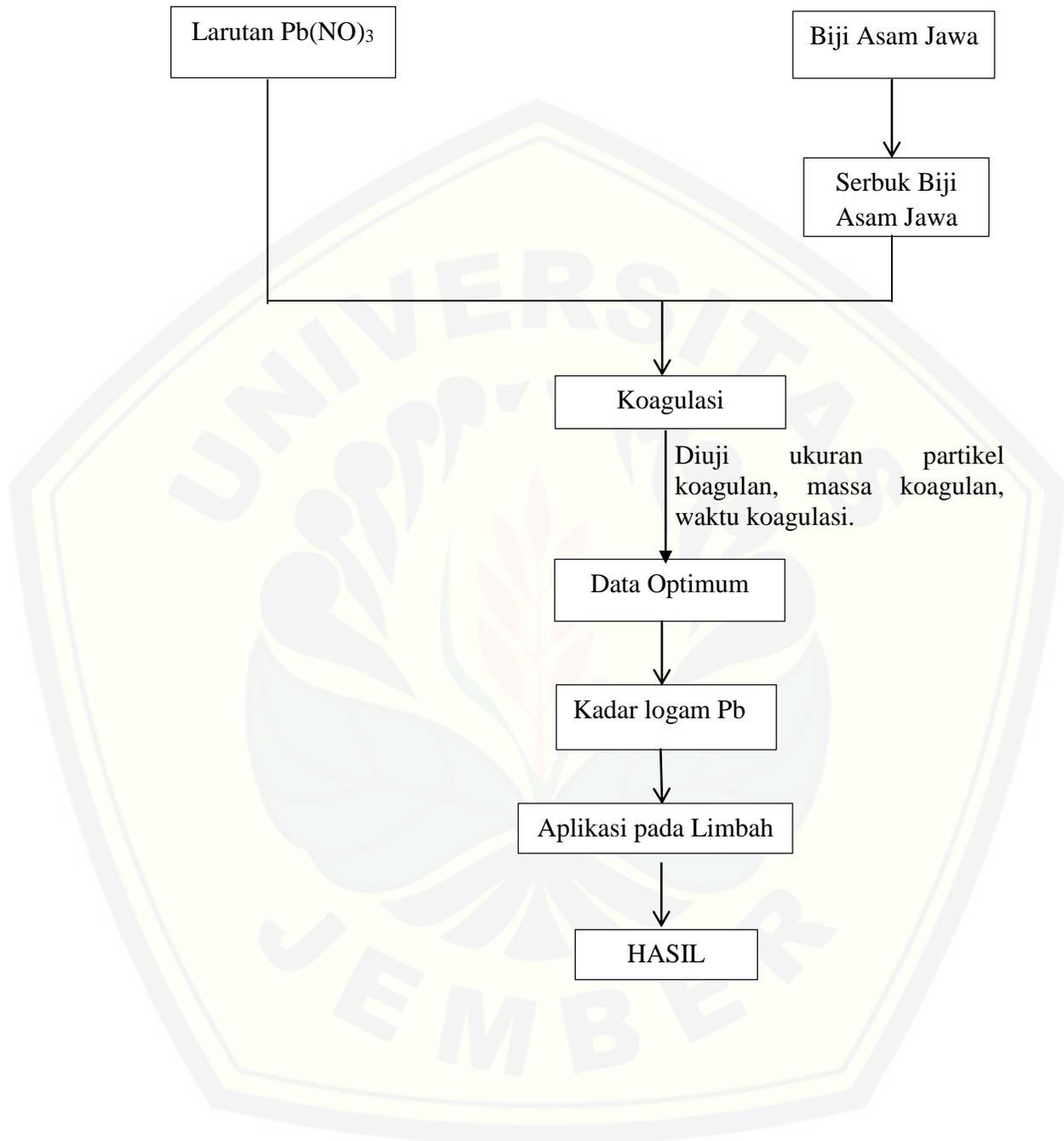
3.2.1 Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) (Buck Scientific 205), stirer magnetik dan pemanas listrik (Lab. Companion HP-3000), mortar, *pastle*, labu ukur 100 mL; 250 mL, desikator, neraca analitik (Ohaus Analytical Plus), corong, oven (memmert), beaker glass 100 mL; 250 mL, gelas ukur 50 mL, pipet mohr 10 mL, pipet volum, pipet tetes, pisau, botol kosong, kaca arloji, batang pengaduk, stopwatch, kertas saring (whatman no.41), erlenmeyer 100 mL; 250 mL, ball pipet.

3.2.2 Bahan

Bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu biji asam jawa, $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ (merck), akuades, dan limbah cair.

3.3 Diagram Alir Penelitian



3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Preparasi Biji Asam Jawa

Buah asam jawa yang sudah matang berwarna coklat pada pohon diambil bijinya dan dikupas dari kulit luarnya, kemudian dibersihkan dari daging buahnya (berwarna coklat) hingga diperoleh biji asam jawa yang berwarna coklat tua seberat 45 gram. Biji asam jawa di oven pada suhu 105 °C selama 30 menit (Bernard, 2008). Kemudian dihaluskan dengan mortar dan pastel. Hasil tumbukan di ayak dan di simpan dalam botol kosong.

3.4.2 Pembuatan Larutan Induk Pb 1000 ppm

Padatan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ditimbang sebanyak 0,8 gram kemudian dilarutkan dengan sedikit akuades dalam beaker glass dan diencerkan dengan akuades dalam labu ukur 500 mL sampai tanda batas.

3.4.3 Pembuatan Larutan Standar Pb

Larutan standar Pb 1000 mg/L diambil 2,5 mL dimasukkan dalam labu ukur 250 mL. Selanjutnya ditambahkan aquades sampai tanda batas. Larutan standart Pb dengan konsentrasi 10 mg/L diambil lagi dengan volume 10; 20; 30; 40; 50 mL dan dimasukkan dalam labu ukur 100 mL kemudian ditambahkan aquades sampai tanda batas. Hasil pengenceran akan diperoleh konsentrasi larutan standart masing-masing 1; 2; 3; 4; 5 mg/L.

3.4.4 Pembuatan Kurva Standar Pb

Pembuatan larutan standart dilakukan dengan menyiapkan larutan standart Pb dengan berbagai konsentrasi yang telah ditentukan. Kemudian diukur absorbansinya dengan SSA pada panjang gelombang 283,3 nm. Selanjutnya dibuat kurva kalibrasi hubungan antara konsentrasi larutan pada sumbu x dan absorbansi larutan pada sumbu y. Sehingga diperoleh persamaan :

$$y = mx + C$$

dari persamaan ini dapat digunakan untuk menentukan konsentrasi Pb dari absorbansi yang diperoleh pada tiap-tiap percobaan.

3.4.5 Pengukuran Parameter Penelitian (setelah penambahan koagulan)

a. Penentuan Ukuran Partikel Optimum Biji Asam Jawa

Serbuk biji asam jawa sebanyak 0,3 gram dibuat dengan variasi ukuran partikel 60; 80; dan 100 mesh. Masing-masing koagulan ditambahkan dalam larutan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 10 ppm sebanyak 100 mL. Selanjutnya diaduk dengan *magnetic stirrer* dengan skala 5 selama 30 detik, kemudian diaduk lagi dengan skala 2 selama 5 menit. Masing-masing larutan diendapkan selama 90 menit. Dilakukan dekantasi untuk memisahkan cairan dan padatan. Filtrat yang diperoleh diukur absorbansi Pb menggunakan SSA pada panjang gelombang 283,3 nm. Dilakukan tiga kali pengulangan tiap masing-masing variasi ukuran partikel.

b. Penentuan Massa Optimum Biji Asam Jawa

Serbuk asam jawa dibuat dengan variasi massa yang berbeda-beda yaitu 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 gram. Masing-masing koagulan ditambahkan dalam larutan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 10 ppm sebanyak 100 mL. Selanjutnya di aduk dengan *magnetic stirrer* dengan skala 5 selama 30 detik, kemudian di aduk lagi dengan skala 2 selama 5 menit. Masing-masing larutan didiamkan (diendapkan) selama 90 menit. Kemudian dilakukan dekantasi untuk memisahkan cairan dengan padatan. Selanjutnya diukur absorbansi Pb menggunakan SSA pada panjang gelombang 283,3 nm. Dilakukan tiga kali pengulangan untuk tiap masing-masing variasi massa.

c. Penentuan Waktu Pengendapan Optimum

Larutan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 10 ppm sebanyak 100 mL ditambahkan serbuk biji asam jawa sebanyak 0,3 gram dengan ukuran partikel optimum. Selanjutnya diaduk dengan menggunakan *magnetic stirrer* dengan skala 5 selama 30 detik dan diaduk dengan skala 2 selama 5 menit. Masing-masing larutan diendapkan dengan berbagai variasi waktu pengendapan yaitu 60; 90; 120; 150; 180 menit, selanjutnya dipisahkan dengan cara dekantasi. Filtrat yang diperoleh diukur absorbansi Pb dengan menggunakan SSA. Dilakukan tiga kali pengulangan untuk tiap masing-masing variasi waktu pengendapan.

d. Pengukuran Kadar Pb pada Limbah

Limbah cair sebanyak 100 mL ditambahkan serbuk biji asam jawa dengan ukuran partikel dan massa optimum. Selanjutnya diaduk dengan *magnetic stirrer* dengan skala 5 selama 30 detik kemudian skala 2 selama 5 menit. Masing-masing larutan diendapkan dengan waktu pengendapan optimum. Kemudian larutan didekantasi dan diukur kadar Pb.

e. Uji *Recovery*

Uji *recovery* diawali dengan pengukuran sampel dan dihitung konsentrasinya. Sampel kemudian ditambahkan dengan larutan standart dengan perbandingan 1 : 1 sebagai konsentrasi total sampel, kemudian dianalisis dengan menggunakan AAS.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan dalam penelitian ini yaitu :

1. Hasil analisis menunjukkan penurunan kadar logam maksimum pada kondisi: ukuran partikel koagulan 100 mesh, massa koagulan 0,3 gram dan waktu pengendapan 120 menit.
2. Koagulan biji asam jawa mampu menurunkan kadar logam Pb dalam sampel buatan (larutan $Pb(NO_3)_2$) sebesar 82,80%, limbah cair industri sebesar 44,07% dan recovery sebesar 88,5%. Biji asam jawa tidak spesifik untuk mengkoagulasi logam Pb saja sehingga saat diterapkan dalam limbah cair industri penurunannya lebih sedikit.

5.2 Saran

Perlu adanya beberapa hal untuk melengkapi dan mengembangkan karya ilmiah ini. Koagulan biji asam jawa tidak spesifik mengkoagulasi logam Pb. Penelitian lebih lanjut perlu dilakukan pada penggunaan bahan koagulan alami lainnya dan dilakukan optimasi pada pengaruh kecepatan pengadukan dan suhu.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, T. 2010. "Kontaminasi Logam Berat Pada Makanan dan Dampaknya Pada Kesehatan". *Teknubuga*. 2, (2), 53-65.
- Basset, J, et al. 1994. *Buku Ajar Vogel Kimia Analisis Kuantitatif Anorganik*. Terjemahan oleh Hadyana, A. Jakarta : Kedokteran EGC.
- Bernard Enrico. 2008. Pemanfaatan Biji Asam Jawa (*Tamarindus Indica*) Sebagai Koagulan Alternatif Dalam Proses Penjernihan Limbah Cair Industri Tahu. *Tesis*. Sumatra: Universitas Sumatera Utara.
- Chandra, A. 1998. *Penentuan Dosis Optimum Koagulan Ferro Sulfat-Kapur Flokulan Chemifloc dan Besfloc, Serta Bioflokulan Moringa Oleifera dalam Pengolahan Limbah Cair Pabrik Tekstil*. Laporan Penelitian Jurusan Teknik Kimia. Bandung: Universitas Parahyangan.
- Day, R.A dan Underwood, A.L. 1986. *Analisis Kimia Kuantitatif*. Terjemahan Pudjaatmaka, A.H. Jakarta : Erlangga.
- Fessenden, RJ & Fessenden, J.S. 1986. *Kimia Organik II*. Terjemahan oleh Aloysius Hadyana Pudjaatmaka Ph.D. Jakarta: Erlangga.
- Glew, R.S., VanderJagt, D.J., Chuang, L.T., Huang, Y.S., Millson, M., Glew, R.H. 2005. Nutrient content of four edible wild plants from West Africa. *Plant Foods for Human Nutrition*, 60, 187-193.
- Gunawan, T., Anita, S., Itnawita. 2014. *Analisis Kandungan Logam Fe, Sn Dan Pb Dalam Ikan Sarden Kemasan Kaleng*. Pekanbaru: Kampus Binawidya.
- Hendrawati, Syamsumarsih, D., & Nurhasni,. 2013. Penggunaan Biji Asam Jawa (*Tamarindus Indica* L.) dan Biji Kecipir (*Psophocarpus Tetragonolobus* L.) Sebagai Koagulan Alami Dalam Memperbaiki Kualitas Air Tanah. *Jurnal Kimia Valensi*. Vol 3(1) : 22-33.
- Hermita. 2004. Petunjuk Pelaksanaan Validasi Metoda dan Cara Perhitungannya. *Majalah Ilmu Kefarmasian*. Vol.1. Hal. 119, 122.

- Indra R. 2010. Penggunaan Serbuk Biji Kelor Sebagai Koagulan Dan Flokulan Dalam Perbaikan Kualitas Air Limbah Dan Air Tanah. Skripsi. Jakarta : Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Khasanah, Uswatun. 2008. “Efektifitas Biji Kelor (*Moringa oleifera*, LAMK) sebagai Koagulan Fosfat dalam Limbah Cair Rumah Sakit (Studi Kasus di RSU Dr. Saiful Anwar Malang.” Tidak Diterbitkan. Skripsi. Malang: UIN Malang.
- Khopkar. 1990. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta : UI-Press.
- Lehninger, A. L. 1982. *Dasar-Dasar Biokimia*, jilid 1. diterjemahkan oleh: Maggy Thenawijaya). Jakarta: Erlangga.
- Mia Azamia. 2012. Pengolahan Limbah Cair Laboratorium Kimia Dalam Penurunan Kadar Organik Serta Logam Berat Fe, Mn, Cr dengan Metode Koagulasi dan Adsorpsi. Skripsi. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Mishra A., Bajpai M. 2005. *The Flocculation Performance Of Tamarindus Mucilage In Relation To Removal Of Vat And Direct Dyes*. India : CSJM University.
- Mukaromah, Lailatul. 2008. Efektifitas Bioflokulan Biji Kelor (*Moringa Oleifera Lamk*) Dalam Mengurangi Kadar Cr (VI). Skripsi. Malang: UIN Malang..
- Nora Idiawati, Annisa Triantie, dan Nelly Wahyuni. 2013. Pemisahan Timbal (Pb) Dalam Galena Dengan Metode Flotasi Menggunakan Deterjen. *Jurnal Positron*. Vol 3(1): 2301-4970.
- Palar, H. 1994. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Pecsok, R.L, L.D. Shileds, T. Cairns, And I.G. Mcwilliam. 1976. *Modern Methods Of Chemical Analysis*. 2nd Ed. New York: John Wiley & Sons, Inc.

Rao, S. 1994. *Mikroba Tanah dan Pertumbuhan Tanaman*. Terjemahan oleh Susilo, Herawati. Jakarta : UI Press.

Septiatin, E. 2008. *Seri Tanaman Obat Apotek Hidup dari Rempah-Rempah Hias Dan Tanaman Liar*. Bandung: Yrama Widya.

Skoog, Douglas, A. 2000. *Fundamentals Of Analytical Chemistry Eight Edition*. Kanada: Brooks/Cole.

Sotheeswaran, Nand, Matakite, dan Kanayathu. 2012. Water Purifation using *Moninga olieifera* and Other Locally available Seed in for Heavy Metal Removal. *International Journal of Applied Science and Technology*. 2 (5) : 125-129.

Sugiharto. 1987. *Dasar-Dasar Pengolahan Air Limbah*. Cetakan Ke-1. Jakarta: UI-Press.

Viessman, W. dan Hammer, M.J. 1985. *Water Supply And Polution Control, 4th Edition*. New York : Harper And Row Publishers.

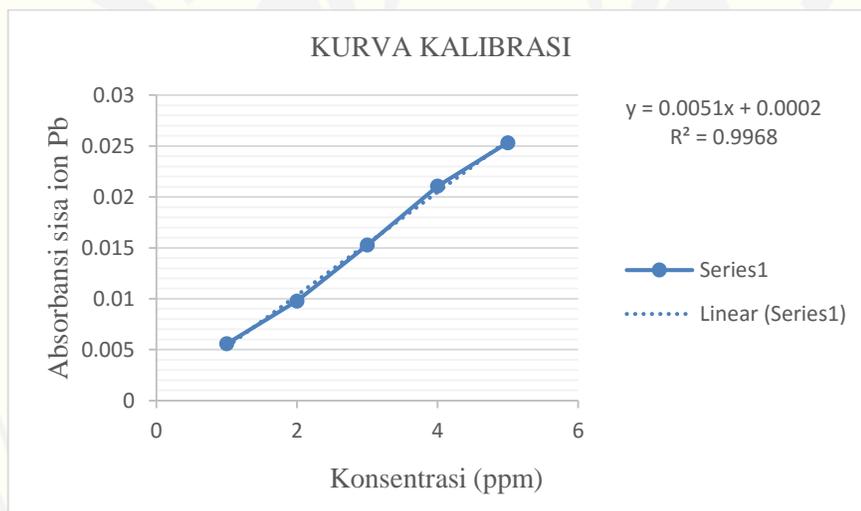
Weiner, Bruce B., Tscharnuter, W.W., Fairhurst, D. 1993. "Zeta Potensial: A New Approach." Makalah. Canada: The Canadian Mineral Analysts Meeting.

Zhou, Tingyun. 2011. "Removal of Organic Micropollutants by Coagulation in Wastewater Treatment." Tidak Diterbitkan. Tesis: Delft University of Technology.

LAMPIRAN

4.1 Data Kurva Kalibrasi

Konsentrasi Larutan Standar	Nilai Absorbansi
1 mg/L	0,005593
2 mg/L	0,009788
3 mg/L	0,015285
4 mg/L	0,021083
5 mg/L	0,025338

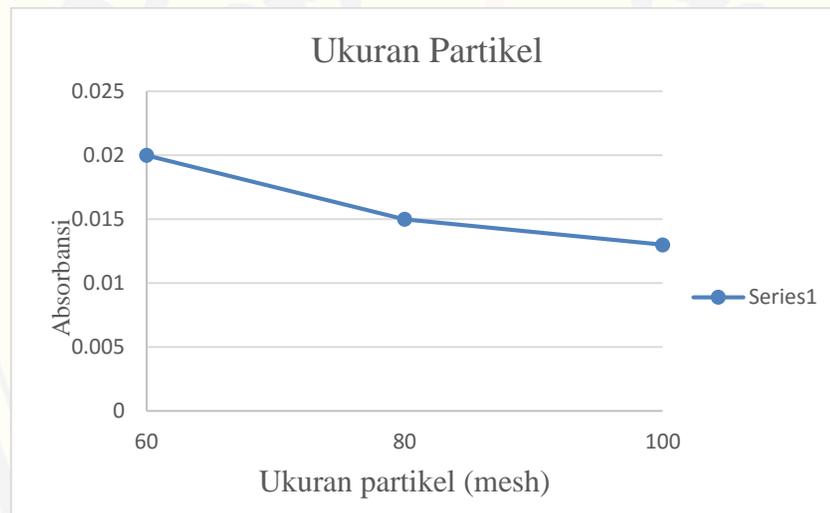


4.2 Data Ukuran Partikel, Massa dan Waktu Pengendapan Optimum Biji Asam Jawa Terhadap Penurunan Kadar Logam Pb

4.2.1 Ukuran Partikel Optimum Biji Asam Jawa

Ukuran Partikel (mesh)	Nilai Absorbansi			
	Ulangan I	Ulangan II	Ulangan III	Rata-rata
60	0.019	0.02	0.021	0.02
80	0.015	0.014	0.015	0.015
100	0.012	0.013	0.013	0.013

A. Grafik Ukuran Partikel Optimum Biji Asam Jawa :



B. Perhitungan Konsentrasi Logam Pb Pada Optimasi Ukuran Partikel Biji Asam Jawa

Diket. Nilai absorbansi (y) :

$$\rightarrow \bar{y} = 0.013$$

Persamaan Garis Kurva Standar:

$$y = 0,0051 x + 0,0002$$

$$0,013 = 0,0051 x + 0,0002$$

$$0,013 - 0,0002 = 0,0051 x$$

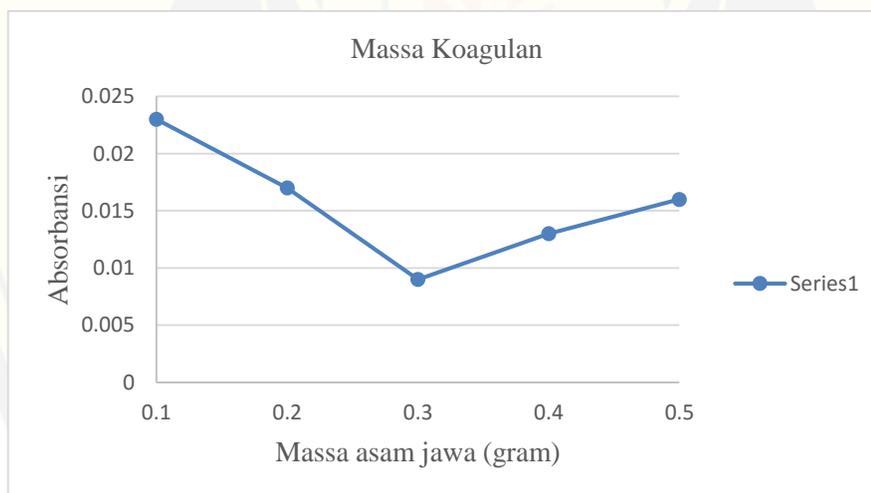
$$0,0128 = 0,0051 x$$

$$x = 2,51 \text{ mg/L}$$

4.2.2 Massa Optimum Biji Asam Jawa

Massa Biji Asam Jawa (gram)	Nilai Absorbansi			
	Ulangan I	Ulangan II	Ulangan III	Rata-rata
0.1	0.024	0.023	0.023	0.023
0.2	0.017	0.018	0.017	0.017
0.3	0.008	0.009	0.009	0.009
0.4	0.014	0.013	0.012	0.013
0.5	0.016	0.017	0.016	0.016

A. Grafik Massa Optimum Biji Asam Jawa :



B. Perhitungan Konsentrasi Logam Pb Pada Optimasi Massa Biji Asam Jawa

Diket. Nilai absorbansi (y) :

$$\rightarrow \bar{y} = 0.009$$

Persamaan Garis Kurva Standar:

$$y = 0,0051 x + 0,0002$$

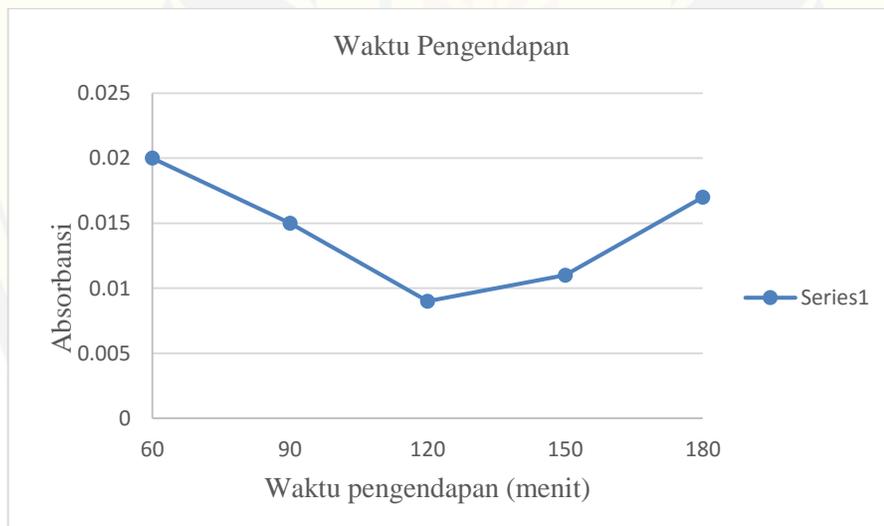
$$0,009 = 0,0051 x + 0,0002$$

$$\begin{aligned}
 0,009 - 0,0002 &= 0,0051 \times \\
 0,0088 &= 0,0051 \times \\
 x &= 1,72 \text{ mg/L}
 \end{aligned}$$

4.2.3 Waktu Pengendapan Optimum Biji Asam Jawa

Waktu Pengendapan (menit)	Nilai Absorbansi			
	Ulangan I	Ulangan II	Ulangan III	Rata-rata
60	0.02	0.02	0.021	0.02
90	0.015	0.015	0.014	0.015
120	0.009	0.009	0.009	0.009
150	0.011	0.011	0.012	0.011
180	0.016	0.017	0.017	0.017

A. Grafik Waktu Pengendapan Optimum Biji Asam Jawa :



B. Perhitungan Konsentrasi Logam Pb Pada Optimasi Waktu Pengendapan

Diket. Nilai absorbansi (y) :

$$\rightarrow \bar{y} = 0.009$$

Persamaan Garis Kurva Standar:

$$y = 0,0051 x + 0,0002$$

$$0,009 = 0,0051 x + 0,0002$$

$$0,009 - 0,0002 = 0,0051 x$$

$$0,0088 = 0,0051 x$$

$$x = 1,72 \text{ mg/L}$$

4.3 Perhitungan Konsentrasi Logam Pb Sebelum dan Setelah Penambahan Koagulan Biji Asam Jawa pada Pb(NO₃)₂.

Konsentrasi larutan Pb(NO₃)₂ awal sebesar 10 ppm.

4.3.1 Data Absorbansi setelah Penambahan Koagulan Biji Asam Jawa

Larutan Pb(NO ₃) ₂	Nilai Absorbansi			
	Ulangan I	Ulangan II	Ulangan III	Rata-rata
1	0.009	0.009	0.010	0.009
2	0.010	0.010	0.010	0.010
3	0.009	0.010	0.009	0.009

Diket. Nilai absorbansi (y) :

$$\rightarrow \bar{y} = 0.009$$

Persamaan Garis Kurva Standar:

$$y = 0,0051 x + 0,0002$$

$$0,009 = 0,0051 x + 0,0002$$

$$0,009 - 0,0002 = 0,0051 x$$

$$0,0088 = 0,0051 x$$

$$x = 1,72 \text{ mg/L}$$

$$\frac{[Pb]_{awal} - [Pb]_{akhir}}{[Pb]_{awal}} \times 100 \% = \frac{10 \text{ ppm} - 1,72 \text{ ppm}}{10 \text{ ppm}} \times 100 \% = 82,80 \%$$

4.4 Perhitungan Konsentrasi Logam Pb Sebelum dan Setelah Penambahan Koagulan Biji Asam Jawa pada Limbah

4.4.1 Data Sampel Limbah Sebelum Penambahan Koagulan Biji Asam Jawa

Sampel Limbah	Nilai Absorbansi			
	Ulangan I	Ulangan II	Ulangan III	Rata-rata
1	0.022	0.023	0.023	0.023
2	0.023	0.022	0.023	0.023
3	0.021	0.022	0.022	0.022

Diket. Nilai absorbansi (y) :

$$\rightarrow \bar{y} = 0.023$$

Persamaan Garis Kurva Standar:

$$y = 0,0051 x + 0,0002$$

$$0,023 = 0,0051 x + 0,0002$$

$$0,023 - 0,0002 = 0,0051 x$$

$$0,0228 = 0,0051 x$$

$$x = 4,47 \text{ mg/L}$$

4.4.2 Data Sampel Limbah Setelah Penambahan Koagulan Biji Asam Jawa

Sampel Limbah	Nilai Absorbansi			
	Ulangan I	Ulangan II	Ulangan III	Rata-rata
1	0.013	0.013	0.012	0.013
2	0.013	0.013	0.013	0.013
3	0.012	0.012	0.013	0.012

A. Konsentrasi Logam Pb setelah Penambahan Koagulan Biji Asam Jawa

Diket. Nilai absorbansi (y) :

$$\rightarrow \bar{y} = 0.013$$

Persamaan Garis Kurva Standar:

$$y = 0,0051 x + 0,0002$$

$$0,013 = 0,0051 x + 0,0002$$

$$0,013 - 0,0002 = 0,0051 x$$

$$0,0128 = 0,0051 x$$

$$x = 2,50 \text{ mg/L}$$

B. Penurunan Logam Pb pada Limbah

$$\frac{[\text{Pb}]_{\text{awal}} - [\text{Pb}]_{\text{akhir}}}{[\text{Pb}]_{\text{awal}}} \times 100 \% = \frac{4,47 \text{ ppm} - 2,50 \text{ ppm}}{4,47 \text{ ppm}} \times 100 \% = 44,07 \%$$

4.5 Perhitungan Konsentrasi Sampel Dan Uji Recovery dalam Limbah

4.5.1 Data Hasil Uji Recovery

Absorbansi Sampel Limbah	Larutan Standart (ppm)	Absorbansi Sampel + Larutan Standart
0,013	2	0,022
0,013	2	0,022
0,012	2	0,021

Persamaan Kurva Kalibrasi $y = 0,0051 x + 0,0002$

A. Perhitungan Konstrasi Logam Pb dalam sampel (ppm) :

- Pengulangan 1 :

$$y = 0,0051 x + 0,0002$$

$$0,013 = 0,0051 x + 0,0002$$

$$0,013 - 0,0002 = 0,0051 x$$

$$0,0128 = 0,0051 x$$

$$x = 2,50 \text{ mg/L}$$

- Pengulangan 2 :

$$y = 0,0051 x + 0,0002$$

$$0,013 = 0,0051 x + 0,0002$$

$$0,013 - 0,0002 = 0,0051 x$$

$$0,0128 = 0,0051 x$$

$$x = 2,50 \text{ mg/L}$$

- Pengulangan 3 :

$$y = 0,0051 x + 0,0002$$

$$0,012 = 0,0051 x + 0,0002$$

$$0,012 - 0,0002 = 0,0051 x$$

$$0,0118 = 0,0051 x$$

$$x = 2,31 \text{ mg/L}$$

$$\text{- Konsentrasi rata-rata : } \frac{2,50+2,50+2,31}{3} = 2,44 \text{ ppm}$$

B. Perhitungan Kontrasi Logam Pb dalam Campuran Sampel dan Larutan

Standart :

- Pengulangan 1 :

$$y = 0,0051 x + 0,0002$$

$$0,022 = 0,0051 x + 0,0002$$

$$0,022 - 0,0002 = 0,0051 x$$

$$0,0218 = 0,0051 x$$

$$x = 4,27 \text{ ppm}$$

- Pengulangan 2 :

$$y = 0,0051 x + 0,0002$$

$$0,022 = 0,0051 x + 0,0002$$

$$0,022 - 0,0002 = 0,0051 x$$

$$0,0218 = 0,0051 x$$

$$x = 4,27 \text{ ppm}$$

- Pengulangan 3 :

$$y = 0,0051 x + 0,0002$$

$$0,021 = 0,0051 x + 0,0002$$

$$0,021 - 0,0002 = 0,0051 x$$

$$0,0208 = 0,0051 x$$

$$x = 4,08 \text{ ppm}$$

- Konsentrasi rata-rata : $\frac{4,27+4,27+4,08}{3} = 4,21$ ppm

$$\% \text{ Recovery} : \frac{[C]_{\text{sampel}+\text{spike}} - [C]_{\text{sampel}}}{[C]_{\text{spike}}} \times 100 \%$$

$$\% \text{ Recovery} : \frac{(4,21 - 2,44)}{2} \times 100 \% = 88,50 \%$$

