

# **PENGARUH EDTA DAN DIAMONIUM FOSFAT PADA *LEACHING SILVER* DARI GALENA ORE RUWAI**

## **Laporan Penelitian**

Disusun untuk memenuhi salah satu syarat tugas akhir guna mencapai  
gelar sarjana dalam bidang teknik kimia

Oleh:

**Evelyne** (2017620087)

**Joan Angela Nurjadi** (2017620137)

Pembimbing:

**Ratna Frida Susanti, Ph.D.**

**Kevin Cleary Wanta, S.T., M.Eng.**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
BANDUNG  
2022**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**JUDUL : PENGARUH EDTA DAN DIAMONIUM FOSFAT PADA *LEACHING*  
*SILVER* DARI GALENA *ORE* RUWAI**

**CATATAN :**

Telah diperiksa dan disetujui,  
Bandung, 7 Februari 2022

Pembimbing 1

Pembimbing 2



**Ratna Frida Susanti, Ph.D.**



**Kevin Cleary Wanta, S.T., M.Eng**

**LEMBAR REVISI**

**JUDUL : PENGARUH EDTA DAN DIAMONIUM FOSFAT PADA *LEACHING*  
*SILVER* DARI GALENA *ORE* RUWAI**

**CATATAN :**

Telah diperiksa dan disetujui,  
Bandung, 7 Februari 2022

Penguji 1



**Dr. Jenny Novianti M. Soetedjo, S.T., M.Sc.**

Penguji 2



**Jessen Chrisyla, B.Sc., M.Sc.**



**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

**SURAT PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Evelyne

NPM : 2017620087

Nama : Joan Angela Nurjadi

NPM : 2017620137

dengan ini menyatakan bahwa laporan penelitian dengan judul:

**PENGARUH EDTA DAN DIAMONIUM FOSFAT PADA *LEACHING SILVER* DARI  
*GALENA ORE RUWAI***

adalah hasil pekerjaan saya dan seluruh ide, pendapat, materi dari sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan yang sesuai.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan, maka saya bersedia menanggung sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Bandung, 9 Februari 2022



**Evelyne  
(2017620087)**



**Joan Angela Nurjadi  
(2017620137)**

## INTISARI

Indonesia memiliki banyak sumber daya alam dan sumber daya mineral yang mempunyai banyak potensi yang bisa dimanfaatkan. Sumber daya mineral termasuk sebagai salah satu sumber daya alam, yang merupakan sumber yang sangat penting dalam menopang perekonomian Indonesia. Salah satu sumber daya mineral yang berpotensi untuk dikembangkan adalah galena (PbS). Umumnya galena dimanfaatkan untuk bahan baku industri timbal karena kandungan timbalnya yang sangat tinggi. Namun di dalam galena juga terkandung logam mulia perak yang memiliki banyak kegunaan dan nilai ekonomi yang cukup tinggi. Logam perak dapat diekstraksi dari galena dengan cara ekstraksi padat cair (*leaching*) menggunakan larutan tiosulfat-tembaga-amoniam dengan pengompleks EDTA dan diamonium fosfat. *Leaching* logam perak menggunakan larutan tiosulfat-tembaga-amoniam merupakan proses yang sangat kompleks, terutama dengan penambahan pengompleks EDTA yang digunakan untuk menstabilkan reaktan utama dalam proses ini. Logam timbal yang terdapat dalam galena juga diekstraksi dan membuat EDTA dan tiosulfat banyak dikonsumsi sehingga menurunkan kapasitas *leaching* perak. Diamonium fosfat berperan untuk merendahkan kelarutan ion logam timbal dalam proses *leaching*.

Ekstraksi padat-cair (*leaching*) konsentrat galena dilakukan dengan memvariasikan penambahan EDTA dan diamonium fosfat sebagai pengompleks. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pengompleks EDTA dan diamonium fosfat terhadap hasil konsentrasi logam perak (Ag), timbal (Pb) dan seng (Zn) yang diperoleh dari sampel yang digunakan. Proses *leaching* konsentrat galena berlangsung selama 240 menit dengan pengambilan sampel dilakukan secara berkala pada menit ke-15, 30, 45, 60, 120, 180 dan 240. Sampel yang diambil kemudian dianalisis menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) untuk mengetahui konsentrasi logam perak (Ag) yang terekstrak pada proses *leaching* serta logam timbal (Pb) dan seng (Zn) dianalisis menggunakan Spektrofotometer UV-Vis.

Hasil penelitian menggunakan pengompleks diamonium fosfat dalam proses *leaching* dapat menekan kelarutan ion logam timbal (Pb) dan seng (Zn) sehingga hasil proses *leaching* lebih baik dibandingkan menggunakan pengompleks EDTA saja. Konsentrasi logam perak yang diperoleh dengan menggunakan variasi tanpa pengompleks, diamonium fosfat, EDTA, serta EDTA dan diamonium fosfat secara berturut-turut memberikan nilai sebesar 10,46 ppm, 11,29 ppm, 10,17 ppm dan 8,11 ppm. Hasil perhitungan selektivitas logam perak (Ag) terhadap timbal (Pb) dengan menggunakan variasi tanpa pengompleks, diamonium fosfat, EDTA, serta EDTA dan diamonium fosfat secara berturut-turut memberikan nilai sebesar 7,14; 63,93; 0,09; 0,06. Berdasarkan hasil konsentrasi logam perak (Ag) dan nilai selektivitas yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa penggunaan diamonium fosfat sebagai pengompleks dapat menjadi salah satu alternatif dalam proses *leaching* perak.

Kata kunci: Ekstraksi padat cair (*leaching*), Galena, Perak, Pengompleks, Selektivitas

## **ABSTRACT**

*Indonesia has a lot of natural resources and mineral resources that have a lot of potential that can be exploited. Mineral resources are included as one of the natural resources, which is a very important source in supporting the Indonesian economy. One of the mineral resources that has the potential to be developed is galena (PbS). Generally galena is used as raw material for the lead industry because of its very high lead content. However, galena also contains silver precious metal which has many uses and high economic value. Silver metal can be extracted from galena by means of solid-liquid extraction (leaching) using thiosulfate-copper-ammonia solution with EDTA and diammonium phosphate complexing. Leaching silver metal using thiosulfate-copper-ammonia solution is a very complex process, especially with the addition of EDTA complexing used to stabilize the main reactant in this process. The lead metal contained in galena was also extracted and consumed a lot of EDTA and thiosulfate, thereby reducing the leaching capacity of silver. Diammonium phosphate plays a role in lowering the solubility of lead metal ions in the leaching process.*

*Solid-liquid extraction (leaching) of galena concentrate was carried out by varying the addition of EDTA and diammonium phosphate as a complexing agent. This study aims to determine the effect of EDTA and diammonium phosphate complexing on the concentration of silver (Ag), lead (Pb) and zinc (Zn) obtained from the samples used. The galena concentrate leaching process lasted for 240 minutes with sampling carried out periodically at 15, 30, 45, 60, 120, 180 and 240 minutes. The samples taken were then analyzed using Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) to determine the concentration of silver metal (metallic silver). Ag) extracted in the leaching process and lead (Pb) and zinc (Zn) were analyzed using a UV-Vis Spectrophotometer.*

*The results of the study using diammonium phosphate in the leaching process can inhibit the solubility of lead (Pb) and zinc (Zn) metal ions resulting better leaching process than using EDTA only. The concentration of silver metal obtained by using variations such as without additives, diammonium phosphate, EDTA, and EDTA and diammonium phosphate respectively gave results 10.46 ppm, 11.29 ppm, 10.17 ppm and 8.11 ppm. The selectivity of silver metal (Ag) to lead (Pb) using variations such as without additives, diammonium phosphate, EDTA, and EDTA and diammonium phosphate gave results 7.14; 63.93; 0.09; 0.06 respectively. Based on the results of silver metal concentration (Ag) and selectivity obtained, it can be concluded that the use of diammonium phosphate as a complexing agent can be an alternative in the silver leaching process.*

*Key words : Solid-liquid extraction (leaching), Galena, Silver, Additive, Selectivity*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa oleh karena rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan proposal penelitian dengan judul “Pengaruh EDTA dan Diamonium Fosfat pada *Leaching Silver* dari Galena Ore Ruwai” tepat pada waktunya. Dengan kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu penulis dalam menyusun proposal penelitian ini, terutama kepada :

1. Ibu Ratna Frida Susanti, Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, ilmu pengetahuan, saran dan waktu selama proses penyusunan laporan penelitian ini.
2. Bapak Kevin Cleary Wanta, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, ilmu pengetahuan, saran dan waktu selama proses penyusunan laporan penelitian ini.
3. Orang tua dan keluarga penulis atas doa dan dukungan yang telah diberikan.
4. Teman-teman penulis yang telah memberikan dukungan dan saran.
5. Semua pihak yang telah turut berkontribusi dalam penyusunan laporan penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan yang terdapat dalam proposal penelitian ini. Oleh sebab itu, penulis terbuka dan mengharapkan adanya kritik dan saran yang bersifat membangun sebagai bahan perbaikan bagi penulis. Akhir kata, penulis mengucapkan terimakasih atas perhatian pembaca dan berharap agar proposal penelitian ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Bandung, 2 Februari 2022

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN.....	iii
LEMBAR REVISI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
INTISARI.....	xiii
<i>ABSTRACT</i> .....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tema Sentral Masalah.....	3
1.3 Identifikasi Masalah.....	3
1.4 Premis.....	4
1.5 Hipotesis.....	4
1.6 Tujuan Penelitian.....	4
1.7 Manfaat Penelitian.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	11
2.1. Galena.....	11
2.2. <i>Leaching</i> .....	14
2.2.1 <i>Leaching</i> ion Logam.....	14
2.2.2 Mekanisme <i>Leaching</i> Ion Logam.....	15
2.2.3 Faktor yang Mempengaruhi Proses <i>Leaching</i> ion Logam.....	16
2.3 Pemisahan Timbal.....	19
2.3.1 Flotasi.....	19
2.3.2 <i>Leaching</i> Timbal.....	21
2.4 <i>Leaching</i> Perak.....	23
2.4.1 Ekstraksi Perak menggunakan Larutan Tiosulfat-Tembaga-Amonia.....	24
2.5 <i>Leaching</i> Agent.....	28
2.5.1 Natrium Tiosulfat.....	28
2.5.2 Amonia.....	29



2.5.3 Tembaga (II) Sulfat Pentahidrat .....	31
2.5.4 Ethylene diamine tetra acetic (EDTA) .....	31
2.5.5 Diamonium Fosfat .....	32
2.6 Instrumen Analisis .....	33
2.6.1 Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) .....	34
2.6.2 Spektrofotometer UV-Vis .....	35
2.6.3 <i>X-Ray Fluorescence</i> (XRF) .....	37
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN .....</b>	<b>41</b>
3.1. Gambaran Umum Penelitian .....	41
3.2 Alat .....	42
3.2.1 Alat Utama .....	42
3.2.2 Alat pendukung .....	42
3.2.3 Alat Instrumen .....	43
3.2.4. Rangkaian Alat .....	43
3.3 Bahan .....	43
3.4 Prosedur Penelitian .....	44
3.4.1 Persiapan Awal Bahan .....	44
3.4.2 Proses <i>Leaching</i> konsentrat galena dengan Larutan Tiosulfat-Tembaga-Amonia .....	45
3.5. Metode Analisis Proses <i>Leaching</i> Galena .....	46
3.5.1 Analisis Data .....	46
3.6. Lokasi dan Rencana Kerja Penelitian .....	47
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>48</b>
4.1 Karakteristik Konsentrat Galena .....	48
4.2 Pengaruh EDTA dan Diamonium Fosfat terhadap Proses <i>Leaching</i> .....	50
4.2.1 Pengaruh EDTA dan Diamonium Fosfat terhadap Kadar Logam Perak (Ag) .....	51
4.2.2 Pengaruh EDTA dan Diamonium Fosfat terhadap Kadar Logam Timbal (Pb) .....	55
4.2.3 Pengaruh EDTA dan Diamonium Fosfat terhadap Kadar Logam Seng (Zn) .....	57
4.3 Selektivitas Logam Perak terhadap Logam Timbal dalam Proses <i>Leaching</i> .....	59
4.4 Perbandingan Hasil Ekstraksi Perak, Timbal dan Seng .....	62
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>64</b>
5.1 Kesimpulan .....	64

5.2	Saran.....	64
	DAFTAR PUSTAKA .....	65
	LAMPIRAN A METODE ANALISIS .....	71
A.1	Analisis Kadar Timbal .....	71
A.1.1	Pembuatan Larutan Pengompleks Dithizon.....	71
A.1.2	Pembuatan Kurva Standar Timbal .....	72
A.1.3	Analisis Kadar Timbal dengan Spektrofotometer UV-Vis.....	73
A.2	Analisis Kadar Seng.....	75
A.2.1	Pembuatan Larutan Pengompleks Dithizon.....	75
A.2.2	Pembuatan Kurva Standar Seng .....	76
A.2.3	Analisis Kadar Seng dengan Spektrofotometer UV-Vis .....	78
	LAMPIRAN B <i>MATERIAL SAFETY DATA SHEET</i> .....	79
B.1.	Natrium Tiosulfat .....	79
B.2	Tembaga Sulfat Anhidrat .....	80
B.3	Ammonia .....	81
B.4	EDTA .....	83
B.5	Diamonium Fosfat.....	84
B.6.	Natrium Hidroksida.....	85
B.7.	Dithizone .....	87
B.8.	Kalium Sianida.....	88
B.9	Timbal Nitrat .....	89
	LAMPIRAN C DATA PENELITIAN .....	92
C.1	Kurva Standar Timbal .....	92
C.2	Kurva Standar Seng.....	93
C.3	Data Konsentrasi Logam Perak (Ag) Terekstrak.....	94
C.3.1	Data Konsentrasi Logam Perak Terekstrak (Run Tanpa Pengompleks) .....	94
C.3.2	Data Konsentrasi Logam Perak (Run Dengan Pengompleks <i>Diammonium Fosfat</i> )....	95
C.3.3	Data Konsentrasi Logam Perak (Run Dengan Pengompleks EDTA) .....	95
C.3.4.	Data Konsentrasi Logam Perak (Run Dengan Pengompleks <i>Diammonium Fosfat</i> dan EDTA).....	96
C.4	Data Konsentrasi Logam Timbal (Pb) .....	96
C.4.1	Data Konsentrasi Logam Timbal (Run Tanpa Pengompleks) .....	96

C.4.2 Data Konsentrasi Logam Timbal (Run Dengan Aditif <i>Diammonium Fosfat</i> ).....	97
C.4.3 Data Konsentrasi Logam Timbal (Run Dengan Aditif EDTA) .....	97
C.4.4 Data Konsentrasi Logam Timbal (Run Dengan Aditif <i>Diammonium Fosfat</i> dan EDTA).....	98
C.5 Data Konsentrasi Logam Seng (Zn).....	98
C.5.1 Data Konsentrasi Logam Seng (Run Tanpa Pengompleks).....	99
C.5.2 Data Konsentrasi Logam Seng (Run Dengan Pengompleks <i>Diammonium Fosfat</i> ).....	99
C.5.3 Data Konsentrasi Logam Seng (Run Dengan Aditif EDTA).....	99
C.5.4 Data Konsentrasi Logam Seng (Run Dengan Pengompleks <i>Diammonium Fosfat</i> dan EDTA).....	100
LAMPIRAN D CONTOH PERHITUNGAN .....	103
D.1 Penentuan Konsentrasi Logam Timbal .....	103
D.2 Penentuan Konsentrasi Logam Seng .....	104
D.3 Penentuan Selektivitas Logam Perak Terhadap Logam Timbal .....	105

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Distribusi ukuran partikel dalam bijih bubuk galena (a), Morfologi partikel galena (b) .....	13
Gambar 2. 2 Mekanisme proses <i>leaching</i> .....	16
Gambar 2. 3 Rangkaian alat <i>Atomic Absorption Spectrophotometer</i> (AAS) .....	34
Gambar 2. 4 Rangkaian alat spektrofotometer UV-Vis .....	36
Gambar 2. 5 Reaksi logam Pb dengan dithizone .....	37
Gambar 2. 6 Skema instrumen <i>X-Ray Fluorescence</i> (XRF) .....	38
Gambar 2. 7 Skema Alat <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD) .....	38
Gambar 3. 1 Rangkaian alat proses <i>leaching</i> .....	43
Gambar 3. 2 Skema proses persiapan bahan baku .....	44
Gambar 3. 3 Skema proses <i>leaching</i> konsentrat galena .....	46
Gambar 4. 1 Analisa XRD sampel konsentrat galena .....	49
Gambar 4. 2 Pengaruh EDTA dan Diamonium Fosfat terhadap Kadar Logam Perak (Ag) .....	51
Gambar 4. 3 Analisa XRD padatan hasil <i>leaching</i> .....	54
Gambar 4. 4 Pengaruh EDTA dan Diamonium Fosfat terhadap Kadar Logam Timbal (Pb) .....	55
Gambar 4. 5 Pengaruh EDTA dan Diamonium Fosfat terhadap Kadar Logam Seng (Zn) .....	58
Gambar 4. 6 Selektivitas Logam Perak Terhadap Logam Timbal .....	60
Gambar 4. 7 Perbandingan Hasil Ekstraksi Perak, Timbal dan Seng pada Waktu 45 Menit .....	62
Gambar 4. 8 Perbandingan Hasil Ekstraksi Perak, Timbal dan Seng pada Waktu 120 Menit .....	63
Gambar A. 1 Pembuatan larutan pengompleks dithizon .....	71
Gambar A. 2 Pembuatan kurva standar timbal .....	72
Gambar A. 3 Analisis kadar timbal dengan spektrofotometer UV-Vis .....	73
Gambar A. 4 Pembuatan larutan pengompleks dithizon .....	75
Gambar A. 5 Pembuatan kurva standar seng .....	76
Gambar A. 6 Analisis kadar zink dengan spektrofotometer UV-Vis .....	78
Gambar C. 1 Kurva standar timbal .....	93
Gambar C. 2 Kurva standar seng .....	94

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Premis Leaching .....	6
Tabel 1.2 Premis Flotasi Timbal.....	10
Tabel 2.1 Komposisi kimia sampel bijih galena dari Nanggung, Bogor.....	11
Tabel 2.2 Komposisi kimia sampel konsentrat galena dari Bogor .....	13
Tabel 2. 3 Tabel premis flotasi .....	20
Tabel 2. 4 Tabel premis <i>leaching</i> timbal.....	22
Tabel 2. 5 Sifat fisik Natrium Tiosulfat .....	28
Tabel 2. 6 Sifat fisik Amonia.....	30
Tabel 2. 7 Sifat fisik Tembaga (II) Sulfat Pentahidrat .....	31
Tabel 2. 8 Sifat fisik <i>Ethylene diamine tetra acetic</i> .....	32
Tabel 2. 9 Sifat fisik Diamonium Fosfat .....	33
Tabel 3. 1 Variasi penambahan EDTA dan Diamonium Fosfat .....	41
Tabel 3. 2 Komposisi larutan <i>leaching</i> .....	41
Tabel 3. 3 Tabel analisis spektrofotometer UV-Vis untuk kadar ion logam.....	47
Tabel 3. 4 Tabel rencana kerja penelitian.....	47
Tabel 4. 1 Hasil Uji XRF Sampel Awal.....	48
Tabel 4. 2 Selektivitas Logam Perak (Ag) Terhadap Logam Timbal (Pb) .....	59
Tabel C. 1 Absorbansi untuk kurva standar timbal.....	92
Tabel C. 2 Absorbansi untuk kurva standar seng .....	93
Tabel C. 3 Hasil ekstraksi logam perak tanpa pengompleks .....	94
Tabel C. 4 Hasil ekstraksi logam perak dengan pengompleks Diamonium fosfat .....	95
Tabel C. 5 Hasil ekstraksi logam perak dengan pengompleks EDTA .....	95
Tabel C. 6 Hasil ekstraksi logam perak dengan pengompleks Diamonium Fosfat dan EDTA .....	96
Tabel C. 7 Hasil ekstraksi logam timbal tanpa pengompleks.....	96
Tabel C. 8 Hasil ekstraksi logam timbal dengan pengompleks Diamonium fosfat.....	97
Tabel C. 9 Hasil ekstraksi logam timbal dengan pengompleks EDTA.....	97
Tabel C. 10 Hasil ekstraksi logam timbal dengan pengompleks Diamonium Fosfat dan EDTA .....	98
Tabel C. 11 Hasil ekstraksi logam seng tanpa pengompleks .....	99
Tabel C. 12 Hasil ekstraksi logam seng dengan pengompleks Diamonium fosfat.....	99
Tabel C. 13 Hasil ekstraksi logam seng dengan pengompleks EDTA .....	99
Tabel C. 14 Hasil ekstraksi logam seng dengan pengompleks EDTA (Lanjutan) .....	100
Tabel C. 15 Hasil ekstraksi logam seng dengan pengompleks <i>Diamonium Fosfat</i> dan EDTA .....	100
Tabel C. 16 Hasil selektivitas logam perak terhadap logam timbal tanpa pengompleks.....	101
Tabel C.17 Hasil selektivitas logam perak terhadap logam timbal dengan pengompleks diamonium fosfat .....	101

Tabel C. 18 Hasil selektivitas logam perak terhadap logam timbal dengan pengompleks EDTA .....	102
Tabel C. 19 Hasil selektivitas logam perak terhadap logam timbal dengan pengompleks EDTA dan diammonium fosfat.....	102
Tabel D. 1 Hasil ekstraksi logam timbal tanpa pengompleks.....	103
Tabel D. 2 Hasil ekstraksi logam seng tanpa pengompleks .....	104
Tabel D. 3 Hasil ekstraksi logam perak tanpa pengompleks.....	105
Tabel D. 4 Hasil ekstraksi logam timbal tanpa pengompleks .....	106

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia merupakan negara yang kaya akan sumber daya alam dan sumber daya mineral. Indonesia merupakan salah satu wilayah dengan karakteristik geologi yang beragam. Pertemuan tiga lempeng berupa Indo-Australia, Eurasia dan Pasifik yang menghasilkan tatanan tektonik yang kompleks serta aktivitas vulkanik yang aktif (Hall, 2009). Proses di dalam bumi yang dihasilkan pada tatanan tektonik merupakan sistem hidrotermal. Sistem hidrotermal yang aktif dapat menjadi sumber cadangan energi yang berupa pembangkit listrik tenaga geotermal, sedangkan sistem hidrotermal yang sudah tidak aktif dapat menjadi prospek sumber daya mineral logam. Sistem hidrotermal yang sudah tidak aktif lagi diklasifikasikan menjadi beberapa sistem deposit berdasarkan kedalaman, litologi dan jenis fluida yang bekerja pada sistem (Prabowo dkk., 2018). Tidak dapat dipungkiri, sumber daya mineral sebagai salah satu sumber daya alam, merupakan sumber yang sangat penting dalam menopang perekonomian Indonesia. Mineral dalam bentuk logam mulia emas dan perak juga memiliki posisi penting dalam perekonomian dunia. Dalam perkembangan peradaban umat manusia, mineral logam telah membuat manusia selangkah lebih maju melewati peradaban zaman batu. Sejalan dengan kemajuan teknologi, semakin banyak pula mineral yang dieksploitasi demi memenuhi berbagai macam kebutuhan manusia. Jadi secara singkatnya dapat dikatakan bahwa kehidupan manusia tidak dapat dilepaskan dari peranan berbagai macam sumber daya mineral. Sebagai negara yang kaya akan bahan tambang, hampir semua pulau di Indonesia mengandung mineral-mineral berharga yang mempunyai nilai ekonomi. Beberapa mineral yang dimanfaatkan sebagai bahan tambang utama Indonesia antara lain timah, tembaga, nikel, emas-perak, bauksit dan batubara. Selain mineral-mineral tersebut ada juga mineral lain yang kandungannya tidak dalam jumlah besar tapi secara ekonomi bernilai cukup baik sebagai bahan tambang.

Perak sebagai logam mulia memiliki nilai ekonomi yang cukup tinggi dan memiliki berbagai kegunaan. Pada umumnya perak diperoleh dari bijih perak yang mengandung kadar perak yang tinggi seperti argentite, anchantite, polybasite, dan proustite. Namun perak juga dapat ditemukan dalam batuan galena (PbS) yang termasuk sebagai silver-bearing ore. *Silver-bearing ore* sendiri merupakan batuan yang mengandung kadar perak yang rendah, dengan persentase

tembaga dan timah yang jauh lebih tinggi. Walaupun kandungan perak dalam galena (PbS) sangat rendah, namun logam perak yang ditambang dari batuan galena memiliki harga jual yang lebih tinggi dibandingkan logam timbal yang merupakan kandungan utama dalam galena. Maka dari itu galena (PbS) merupakan salah satu sumber daya mineral yang berpotensi untuk dikembangkan. Batuan galena umumnya memiliki komposisi sebagian besar logam timbal (Pb), namun batuan galena yang ditemukan di dalam endapan Pb-Zn-Cu-Ag skarn pada daerah eksplorasi PT. Kapuas Prima Coal, Tbk. memiliki kandungan perak yang cukup tinggi dibandingkan dengan batuan galena dari daerah lain.

Proses ekstraksi logam dari batuan mineral dapat dilakukan dengan berbagai metode yaitu pirometalurgi, elektrometalurgi dan hidrometalurgi. Pirometalurgi merupakan proses yang menggunakan panas, elektrometalurgi menggunakan langkah elektrokimia, sedangkan hidrometalurgi menggunakan reagen pelarut (*solvent*). Pada penelitian ini, metode yang dipilih adalah hidrometalurgi (*leaching*) dimana proses *leaching* merupakan metode yang paling cocok dilakukan pada bijih yang memiliki kandungan mineral berharga yang kecil (*low grade*) atau sulit dipisahkan pengotornya. Secara definitif, *leaching* atau ekstraksi padat-cair adalah proses pemisahan suatu zat terlarut yang terdapat dalam suatu padatan dengan mengontakkan padatan tersebut dengan pelarut (*solvent*) sehingga padatan dan cairan bercampur dan kemudian zat terlarut terpisah dari padatan karena larut dalam pelarut.

*Leaching* perak dari batuan sudah lama dilakukan dengan menggunakan sianida sebagai *leaching agent*, namun seiring berjalannya waktu ditemukan bahwa penggunaan sianida dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Beberapa dekade terakhir dilakukan penelitian dengan menggunakan asam nitrat dan tiosulfat-tembaga-amonia sebagai alternatif pengganti sianida. Namun, *leaching* dengan menggunakan asam nitrat memerlukan kondisi operasi pada temperatur dan tekanan yang tinggi, sedangkan dengan menggunakan larutan tiosulfat-tembaga-amonia hanya memerlukan kondisi operasi pada temperatur dan tekanan ruang. Maka dari itu larutan tiosulfat-tembaga-amonia telah dipelajari secara ekstensif dengan tujuan dapat digunakan sebagai sebuah alternatif untuk ekstraksi perak yang lebih ramah lingkungan. Selain bersifat ramah lingkungan, larutan tiosulfat-tembaga-amonia memberikan selektivitas terhadap logam perak yang lebih tinggi serta harganya relatif lebih rendah. Beberapa peneliti (Chao, 2016; Deutsch J. L. dan Dreisinger, 2013; Deutsch J.L., 2010; Lai, 2017) menggunakan EDTA sebagai pengompleks, hal ini dilakukan karena EDTA memiliki kemampuan untuk mempertahankan spesies ion dan secara efektif



mengurangi oksidasi tiosulfat. Akan tetapi keberadaan EDTA juga dapat mengekstraksi ion timbal dalam jumlah yang cukup besar (Alonso-Gómez dan Lapidus, 2009). Salah satu metode yang dapat menyelesaikan masalah ini adalah dengan menghambat kelarutan timbal. Beberapa peneliti (Di Palma dkk., 2003; Oishi dkk., 2008; Xia dan Yen, 2008) menemukan bahwa ion fosfat dapat digunakan untuk mengendapkan ion timbal dalam larutan amonia dan EDTA. Selain itu, (Breuer dan Jeffrey, 2003) membuktikan bahwa ion fosfat mengurangi laju reaksi oksidatif Cu (II) dengan tiosulfat dan meningkatkan stabilitas larutan *leaching*.

Pada penelitian ini digunakan bahan baku yang diperoleh dari PT. Kapuas Prima Coal, Tbk. Bahan baku yang digunakan merupakan konsentrat Pb yang telah melalui perlakuan flotasi dari bentuk awalnya yaitu batuan galena. Flotasi dilakukan untuk mendapatkan bahan dengan konsentrasi mineral berharga yang tinggi. Dengan perlakuan ini, persentase perak yang terkandung di dalam galena meningkat dari 0,45% (pada batuan galena) menjadi 0,62% (pada konsentrat galena). Ekstraksi perak dilakukan dengan menggunakan larutan tiosulfat-tembaga-amonia dengan EDTA dan Diamonium Fosfat sebagai pengompleks. Konsentrasi perak terekstrak yang tinggi dapat diperoleh dengan menurunkan kelarutan ion timbal menggunakan diamonium fosfat sebagai pengompleks.

## **1.2 Tema Sentral Masalah**

Penelitian ini akan mempelajari tentang pengaruh konsentrasi EDTA dan diamonium fosfat sebagai pengompleks dengan menggunakan larutan tiosulfat-amonia-tembaga sebagai *leaching agent* terhadap persentase *recovery* ion logam, khususnya ion logam silver (Ag) dan timbal (Pb) dalam proses *leaching* galena.

## **1.3 Identifikasi Masalah**

Berdasarkan studi pustaka dan tema sentral masalah yang telah dirumuskan sebelumnya, masalah yang dapat diidentifikasi pada penelitian ini adalah bagaimana perolehan ion perak dan timbal terhadap proses *leaching* galena menggunakan larutan tiosulfat-amonia-tembaga, dan bagaimana pengaruh konsentrasi EDTA dan diamonium fosfat terhadap persentase *recovery* ion logam perak (Ag) pada proses *leaching* galena Ruwai.

#### 1.4 Premis

Berdasarkan studi pustaka, diperoleh beberapa parameter yang berpengaruh dalam penelitian ini. Premis penelitian ini disajikan dalam **Tabel 1.1**.

#### 1.5 Hipotesis

1. Pada leaching galena dengan menggunakan larutan tiosulfat-amonia-tembaga, dengan adanya penambahan pengompleks EDTA maka perolehan konsentrasi logam perak akan semakin rendah, sedangkan konsentrasi logam timbal semakin tinggi.
2. Penambahan pengompleks diamonium fosfat pada leaching galena akan membuat perolehan konsentrasi logam timbal akan semakin rendah.

#### 1.6 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Mempelajari pengaruh variasi konsentrasi EDTA terhadap konsentrasi ion logam silver (Ag), timbal (Pb), dan seng (Zn) yang terekstrak pada proses *leaching* galena dengan menggunakan pelarut amonia-tembaga-tiosulfat.
2. Mempelajari pengaruh variasi penambahan diamonium fosfat terhadap konsentrasi ion logam silver (Ag), timbal (Pb), dan seng (Zn) yang terekstrak pada proses *leaching* galena dengan menggunakan pelarut amonia-tembaga-tiosulfat.

#### 1.7 Manfaat Penelitian

1. Bagi Mahasiswa

Dapat memahami proses *leaching* ion logam silver menggunakan larutan tiosulfat-amonia-tembaga yang terkandung di dalam konsentrat galena dengan menggunakan larutan tiosulfat-amonia-tembaga dan juga pengaruh variasi konsentrasi EDTA dan diamonium fosfat menggunakan pelarut amonia-tembaga-tiosulfat terhadap konsentrasi ion logam perak (Ag), timbal (Pb) dan seng (Zn) yang terekstrak.

2. Bagi Lembaga Pendidikan di Indonesia

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan yang dapat berguna untuk kemajuan dunia pendidikan Indonesia, khususnya bagi mahasiswa dan peneliti lain yang

akan meneliti lebih lanjut mengenai proses *leaching* ion logam silver dari galena ore yang berasal dari Ruwai, Kalimantan Tengah.

3. Bagi bangsa dan negara

Penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan tentang pemanfaatan mineral dari batuan galena / konsentrat galena sebagai salah satu sumber logam silver. Selain itu, diharapkan penelitian dapat terus dikembangkan lebih lanjut agar dapat diaplikasikan dalam skala industri berkaitan dengan pemanfaatan galena sebagai sumber logam silver sehingga secara tidak langsung membantu pemerintah Indonesia dalam rangka meningkatkan kesejahteraan industri dan ekonomi Indonesia.

**Tabel 1.1** Premis Leaching

Sampel /Bahan	Kecepatan Pengadukan	Ukuran Sampel	Agen <i>Leaching</i>	Suhu (°C)	Konsentrasi Agen <i>Leaching</i>	Waktu	Zat yang diekstrak	% Recovery	Sumber
Konsentrat Galena (Canada)	400 rpm	45-75 µm	Besi Metana Sulfonat	85	0,25 M	60 menit	Pb	90-100%	Wu, Zhenghui dkk., (2013)
Kristal Galena (Kansas)	200 rpm	-65 + 100 mesh	Ferri Klorida - Asam Klorida	80	0,3 M FeCl <sub>3</sub> - 0,3 M HCl	30 menit	Pb	100%	Dutrizac, J.E. (1986)
Konsentrat Galena (Canada)	550 ppm	-140 + 200 mesh	Ferri Fluosilikat	95	-	5 menit	Pb	97,57%	Chen, A.A. (1992)
Konsentrat Galena	-	63-75 µmm	Ferri Klorida - Natrium Klorida - Asam Klorida	52	0.2 M FeCl <sub>3</sub> , 4 M NaCl, 0.1 M HCl	10 menit	Pb	95 %	Warren et. al (1987)
Bijih Galena (Bogor)	200 rpm	-200 mesh	Asam Asetat - Hidrogen Peroksida	50	3 M Asam asetat, 0,5 M H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	90 menit	Pb	92,3%	Mubarak dan Yahya (2014)
Konsentrat Galena (dari Konsentrat timbal sulfida)	600 rpm	74-149 µm	Asam Nitrat	130	0,65 M Asam Nitrat	90 menit	Pb	80%	Gutierrez, R.Z, dkk. (2010)

**Tabel 1.1** Premis *Leaching* (Lanjutan)

Sampel / Bahan	Kecepatan Pengadukan	Ukuran Sampel	Agen <i>Leaching</i>	Suhu (°C)	Konsentrasi Agen <i>Leaching</i>	Waktu	pH	Zat yang diekstrak	% Recovery	Sumber
Bijih Acanthite	700 rpm	< 45 $\mu\text{m}$	Larutan Tiosulfat-amonia-tembaga-EDTA	30	1 M amonia, 0.5 mM EDTA, 1 mM copper, 0,2 M tiosulfat	48 jam	9	Ag	96%	Chao, C.W. (2016)
Perak Sulfida	400 rpm	80.6 $\mu\text{m}$	Larutan Tiosulfat-amonia-tembaga-EDTA	25	0.1 M tiosulfat, 0.7 M total amonia, 1 mM cupric, 0,5 mM EDTA	24 jam	9,5	Ag	32%	Deutsch, J.L. (2010)
Bijih Acanthite	400 rpm	100 $\mu\text{m}$	Larutan Tiosulfat-amonia-tembaga-EDTA	35	1 mM copper, 1 M total amonia, 0,2 M tiosulfat, 0,5 mM EDTA	25 jam	9	Ag	92%	Lai, Y.Y. (2017)

**Tabel 1.1** Premis *Leaching* (Lanjutan)

Sampel / Bahan	Kecepatan Pengadukan	Ukuran Sampel	Agen <i>Leaching</i>	Suhu (°C)	Konsentrasi Agen <i>Leaching</i>	Waktu	pH	Zat yang diekstrak	% Recovery	Sumber
Perak Sulfida	400 rpm	-	Larutan Tiosulfat-amonia-tembaga-EDTA-Ferric	25	1 mM Cu <sup>2+</sup> - 0.1 M tiosulfat - 0.7 M Amonia - 0.5 mM EDTA - 5 mM Fe <sup>3+</sup>	24 jam	7	Ag	26%	Deutsch, J.L. (2013)
Perak Sulfida	400 rpm	-300+400 mesh	Larutan Tiosulfat-tembaga-sodium sitrat-natrium hidroksida	25	0.2 M Tiosulfat - 0.05 M Cu <sup>2+</sup> - 0.025 M Sodium Sitrat - 0.05 M NaOH	300 min	10,2	Ag	85%	Puente-Siller, dkk. (2014)
Bijih <i>Acanthite</i>	500 rpm	-100+150 mesh	Larutan Tiosulfat-amonia-tembaga	25	0.1 M Tiosulfat - 0.015 Tembaga - 0.2 M Amonia	350 min	9,5	Ag	40%	Briones, dkk. (1998)

**Tabel 1.1** Premis *Leaching* Perak (Lanjutan)

Sampel / Bahan	Kecepatan Pengadukan	Ukuran Sampel	Agen <i>Leaching</i>	Suhu (°C)	Konsentrasi Agen <i>Leaching</i>	Waktu	pH	Zat yang diekstrak	% Recovery	Sumber
<i>Bulk sulfide concentrate dan high grade mineral</i>	-	-100+150 mesh	Larutan Tiosulfat - amonia - tembaga - EDTA - $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	25	0.2 M $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , 0.05 M $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ and 0.6 M $\text{NH}_3$ , 0.025 EDTA, 0.1 M $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ .	24 jam	10,3	Ag & Pb	40%	(Alonso-Gómez dan Lapidus, 2009)

**Tabel 1.2** Premis Flotasi Timbal

Sampel / Bahan	Pre-treatment	Ukuran material	Suhu (°C)	pH	Reagen	Waktu	Zat yang diekstrak	% Recovery	Sumber
Galena	Flotasi	0,5-2 mm	18-22	8	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ , <i>Potassium ethyl xanthate</i> , <i>polypropylene glycol 400</i> / <i>branched chain heptanol</i>	8 menit	Pb	86,6%	Guy, P. J, 1984
Galena	Flotasi	74/44 $\mu\text{m}$ (200/325 mesh)	-	7	<i>Potassium Ethyl Xanthate</i> (KEX) ( $6 \times 10^{-6}$ mol/L)	5 menit	Pb	97 %	Learmont, M. E, (1984)
Galena	Flotasi	38-74 $\mu\text{m}$	40	10-11	<i>Ultrasonic</i> (sebelum flotasi), CaO dan MIBC	3 menit	Pb	90-95%	Lu, D, (2020)
Galena	Flotasi	200 mesh	-	-	Deterjen	6 jam	Pb	11%	Idiawati, N, (2013)