

# EKSTRAKSI BIJIH EMAS SULFIDA TATELU MINAHASA UTARA MENGGUNAKAN REAGEN RAMAH LINGKUNGAN TIOSULFAT

**Erlina Yustanti<sup>1</sup> Ardi Guntara<sup>1</sup> Tatang Wahyudi<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Metalurgi, Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa  
Jl. Jend. Sudirman KM 3, Cilegon Banten 42435

<sup>2</sup>Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara (tekMIRA)  
Jl. Jend Sudirman, 623 Bandung, Jawa Barat 40211  
email : erlina.yustanti@untirta.ac.id

## ABSTRAK

Emas merupakan salah satu mineral alam yang memiliki nilai jual tinggi oleh karena itu logam emas sering dieksploitasi secara besar-besaran. Keberadaan emas di alam umumnya terikat dengan mineral pembawa sehingga dibutuhkan suatu teknik pemisahan emas yang ekonomis, efektif dan ramah terhadap lingkungan. Metode isolasi emas yang saat ini umum digunakan adalah metode sianidasi dan amalgamasi, tetapi metode tersebut memiliki dampak yang berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan. Metode lain yang lebih ramah lingkungan yakni menggunakan pelarut tiosulfat. Kemampuan tiosulfat mengekstrak emas berhubungan dengan pembentukan kompleks antara pelarut tersebut dengan logam emas. Proses pelindian dilakukan dengan pelarut tiosulfat. Dimulai dengan melakukan preparasi terhadap bijih emas Tatelu hingga diperoleh ukuran bijih sebesar 140+200#. Setelah itu bijih emas Tatelu dilindi menggunakan alat *rolling bottle* dengan variasi konsentrasi 0,5, 1 dan 1,5 M selama 24 jam dan diambil percontoh pada 4, 6, 12, 18 dan 24 jam kondisi persen padatan sebesar 20%, 30% dan 40% dalam keadaan temperatur ruangan. Persen ekstraksi 66,77% diperoleh pada percontoh dengan konsentrasi tiosulfat 1 M selama 24 jam dengan persen padatan sebesar 30%.

**Kata Kunci:** *bijih emas, pelindi, tiosulfat*

## **ABSTRACT**

*Gold is one of the natural minerals that have high selling value therefore gold metal is often exploited on a large scale. The existence of gold in nature is generally tied to the carrier miner so it needs an economical separation technique that is economical, effective and friendly to the environment. The currently widely used gold isolation method is the cyanidation and amalgamation method, but the method has a harmful impact on the environment and health. Another method that is more environmentally friendly is using a thiosulfate solvent. The ability of thiosulfate to extract gold is related to the formation of the complex between the solvent and the gold metal. The leaching process is carried out with a thiosulfate solvent. Begin by preparation of the gold ore of Tatelu to obtain ore size of 140 + 200 #. After that, the gold ore Tatelu was supplied with a rolling bottle with variations of concentrations of 0.5, 1 and 1.5M for 24 hours and taken samples at 4, 6, 12, 18 and 24 hours solids condition by 20%, 30% and 40% in the room temperature. The optimally extraction percent was obtained on the sample with a concentration of 1 M thiosulfate for 24 hours with a solid percentage of 30%, which was 66.77%.*

**Keyword:** *gold ore, leaching, thiosulfate*

## **1. PENDAHULUAN**

Indonesia merupakan negara yang kaya akan mineral. Hampir di seluruh pulaunya memiliki batuan yang mengandung mineral bernilai tinggi baik secara ekonomi maupun fungsinya. Namun kekayaan alam tersebut banyak yang belum diolah dan dimanfaatkan secara optimal. Sesuai dengan peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 05 Tahun 2017, perlu dilakukan pengolahan dan pemurnian mineral untuk meningkatkan nilai tambah mineral di dalam Negeri. Bijih emas terbentuk akibat proses hidrotermal terhadap unsur-unsur pada batuan induk. Dari urat Tatelu, Kabupaten Minahasa Utara, cadangan sebanyak 50.000.000 ton bijih emas berkadar Au 19,39 g/t (Ditjen Energi dan Sumberdaya Mineral,1997). Pelindian adalah proses ekstraksi tertentu suatu padatan yang dilarutkan dengan reagen tertentu. Beberapa reagen dapat digunakan untuk melindi bijih emas, akan tetapi masing-masing reagen mempunyai kelebihan dan kekurangan. Secara garis besar proses pelindian dikelompokkan menjadi tiga kelompok yaitu kelompok alkalin, netral dan asam. Pemilihan reagen pelindi dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain faktor ekonomis, perolehan, kecepatan pelarutan serta masalah lingkungan.

Sianida merupakan salah satu pelindi yang sering digunakan terutama oleh industri pengolahan emas yang cukup besar. Kesederhanaan proses ini dalam mengolah emas menyebabkan proses tersebut banyak disukai untuk diaplikasikan. Proses ini cukup ekonomis dan efektif akan tetapi penggunaan sianida mempunyai masalah yang serius terhadap lingkungan. Limbah larutan sianida yang bersifat racun dapat merugikan kehidupan biota air dan tumbuhan di sekitarnya yang pada akhirnya juga dapat membahayakan kehidupan manusia. Untuk menghindari masalah lingkungan yang disebabkan oleh limbah sianida maka perlu dibuat sistem pengolahan limbah sebelum limbah tersebut dibuang. Pengolahan tersebut membutuhkan biaya yang besar sehingga penggunaan sianida sebagai pelindi menjadi tidak ekonomis dan tidak semua perusahaan tambang mematuhi peraturan tersebut mengingat biayanya yang cukup mahal. Tiosulfat menunjukkan kelebihan dari pelindi lain terutama sianida, jika dilihat dari faktor kondisi pH netral dan masalah lingkungan tidak beracun. Walaupun demikian saat ini masih diperlukan studi yang lebih jauh tentang pelindian menggunakan larutan ini. Penggunaan reagen tiosulfat dalam proses pemisahan emas sedang dikembangkan. Hal ini berhubungan dengan kemampuan tiosulfat dalam membentuk

kompleks dengan logam emas. Reagen tiosulfat akan membentuk kompleks anionik  $[Au(S_2O_3)_2]$  dalam kondisi basa dan netral. Keuntungan teknik pelindian menggunakan reagen tiosulfat ini antara lain dampak kerusakan lingkungan yang ditimbulkan lebih kecil jika dibandingkan dengan metode yang umum digunakan dan proses pelarutan emas yang lebih cepat dibandingkan dengan larutan sianida (Yen, 1996).

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Material

Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini adalah Bijih Emas Sulfida yang berasal dari Tatelu Minahasa Utara. Preparasi awal mineral bijih emas terdiri dari proses pengecilan ukuran menggunakan *jaw crusher*, *disk mill* dan *ball mill* dilanjutkan pengayakan dan penghalusan. Pengayakan dilakukan hingga percontoh lolos sampai dengan ukuran 140+200#. Percontoh ini dikarakterisasi awal menggunakan *fire assay*, *atomic absorption spektrophotometry* untuk mengetahui kadar Au, Ag dan mineral lain. Karakterisasi lanjut menggunakan mikroskop optik, SEM dan XRD sehingga diketahui komposisi, distribusi, keberadaan butiran emas dan ikatan dengan mineral lain. Hasil analisis bijih emas Tatelu dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi kimia bijih emas tatelu

<b>Kadar Unsur (%)</b>				
<b>SiO<sub>2</sub></b>	<b>Fe</b>	<b>Cu</b>	<b>Pb</b>	<b>Zn</b>
83,54	2,48	0,0056	0,0066	0,0056

Berdasarkan Tabel 1 terlihat bahwa mineral emas berasosiasi dengan mineral lain yaitu besi (Fe), tembaga (Cu), timbal (Pb), seng (Zn), mineral ikutan seperti kuarsa (SiO<sub>2</sub>) dan mineral sulfida.

Persentase mineral terkandung masing-masing sebesar 83,54 %, 2,48 %, 0,0056 %, 0,0066 % dan 0,0056 %. Keberadaan emas di dalam bijih sebagian dalam keadaan bebas sebagian lagi terinklusi dalam mineral lain diperlihatkan pada Tabel 2. Kehadiran mineral seperti Fe, Pb, Zn, SiO<sub>2</sub> dan mineral sulfida dapat mengkonsumsi tiosulfat dan dapat mempengaruhi hasil persen ekstraksi emas.

Tabel 2. Komposisi kimia bijih emas Tatelu

<b>Kadar Unsur (ppm)</b>	
Au	Ag
18	<8

### 2.2 Pelindian dengan Tiosulfat (S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)

Percontoh bijih emas Tatelu yang sudah dipreparasi di roasting selama 8 Jam pada temperatur 650°C proses pemanggangan bijih emas bertujuan menghilangkan kandungan sulfur, melepaskan emas dari mineral induknya dan juga mengurangi unsur pengotor. Reaksi umum pemanggangan yang terjadi dapat dilihat pada persamaan 1.



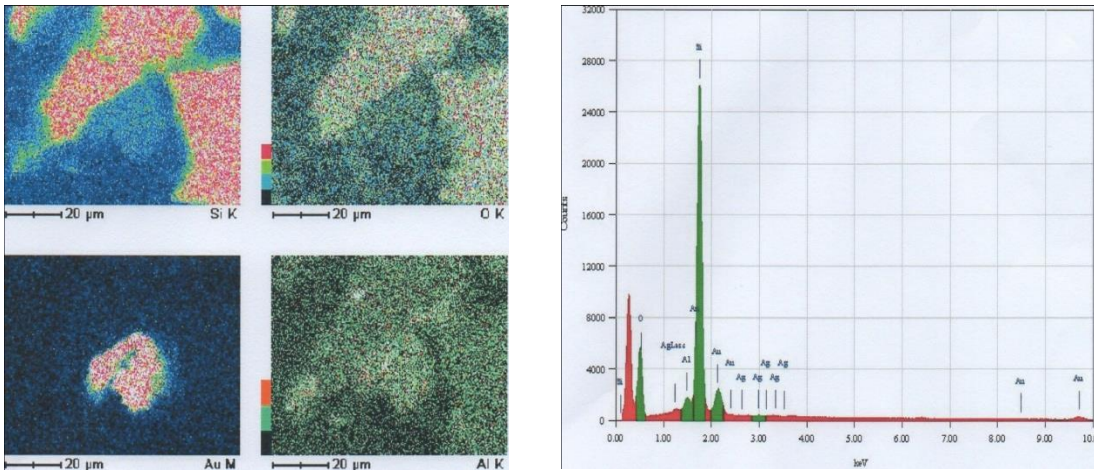
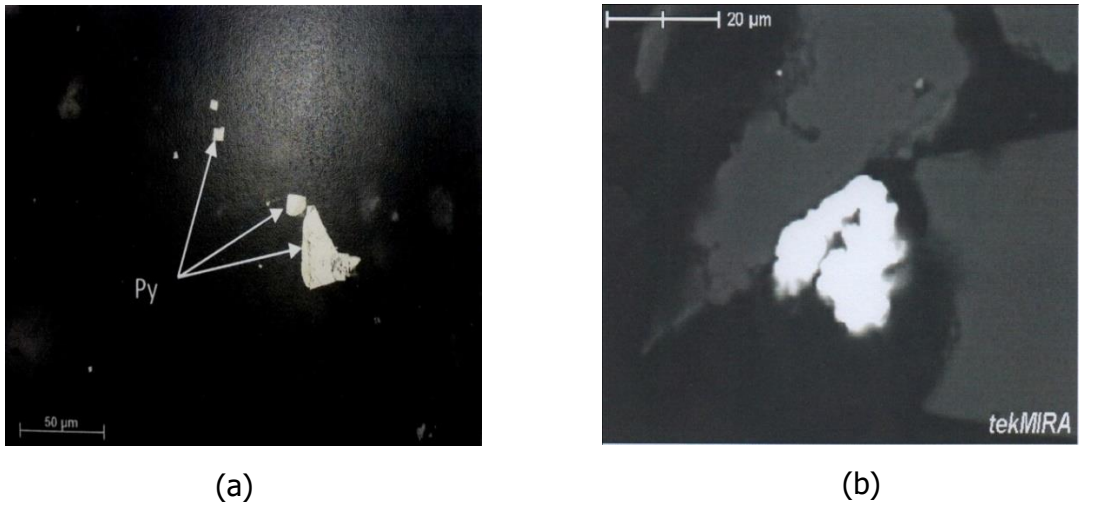
Dan dilakukan tahap pelindian dengan tiosulfat ( $S_2O_3$ ) dengan menggunakan variasi konsentrasi 0,5, 1 dan 1,5 M, dengan variasi rasio berat persen padatan sebesar 20%, 30% dan 40% proses pelindian selama 24 jam dan diambil percontoh pada jam ke 4, 6, 12, 18 dan 24. Hasil pelindian berupa filtrat dan residu, filtrat dianalisis menggunakan AAS untuk mengetahui kadar Au yang terkandung.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

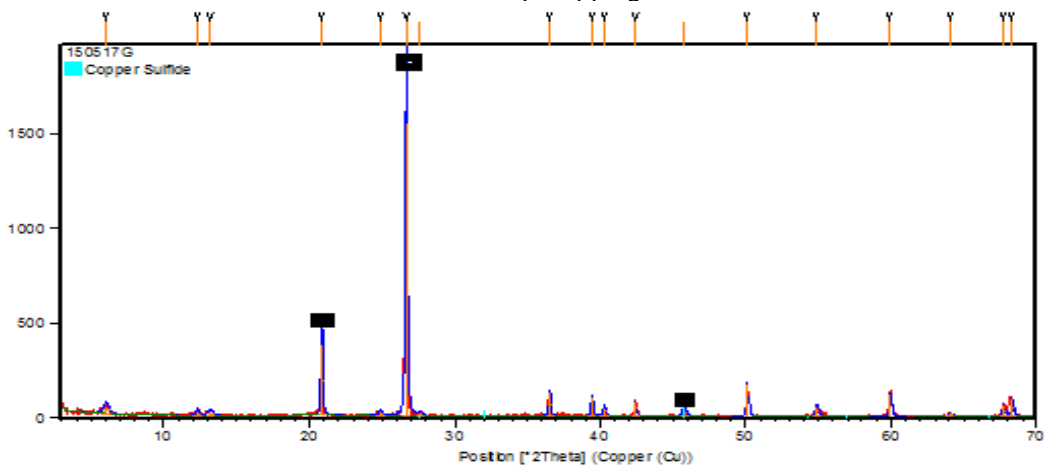
#### 3.1 Karakteristik Bijih Emas Tatelu

Karakterisasi bijih emas Tatelu dilakukan dengan menggunakan mikroskop optik, SEM-EDX dan XRD. Hasil analisis mikroskop optik terlihat pada Gambar 1(a) dimana tidak menunjukkan adanya mineral emas (Au) yang terlihat pada percontoh, pengamatan mikroskop optik memperlihatkan hanya ada satu mineral yaitu pirit ( $FeS_2$ ) berwarna krem pucat berukuran halus sebagai butiran bebas. Hasil analisis SEM-EDX dapat dilihat pada Gambar 1(b) dan 1(c) dengan pembesaran sebesar 1.500 x yang menunjukkan hanya menemukan satu partikel emas sebesar  $20\mu m$ , terlihat bahwa emas terinklusi dalam mineral silikat (Si), perak (Ag), Alumunium (Al), dan oksigen (O). Dalam hal ini sering terjadi multi-inklusi partikel emas yaitu emas terselimuti oleh satu mineral induk yang diselimuti lagi oleh mineral induk lainnya. Mengacu kepada ketersediaan mineral emas, adanya partikel emas yang ditemukan pada analisis SEM sangat sulit dan butuh pembesaran sanat tinggi agar terlihat adanya mineral emas yang terinklusi dalam mineral-mineral seperti kuarsa dan alumunium pada percontoh bijih emas Tatelu diasumsikan bahwa bijih emas yang diolah tersebut berasal dari daerah yang rendah akan mineral emas. (Jeffrey et al, 2014) menyebutkan bahwa ada empat faktor mineralogi yang mempengaruhi perolehan ekstraksi emas, yaitu mineral pembawa emas, ukuran butir, mineral induk dan asosiasi partikel emas dengan mineral induknya. Kehadiran unsur-unsur selain Au dan Ag akan berpengaruh terhadap proses ekstraksi emas. Pengecilan ukuran yang diikuti pemanggangan akan melepaskan emas dari mineral induknya dan juga mengurangi unsur-unsur yang merugikan pada saat emas diolah, diketahui pemanggangan juga menghasilkan berbagai agen pereduksi yang berasal dari penguraian mineral sulfida yang bisa merugikan pelindian. Berbeda dengan penyelaputan oleh mineral sulfida dianggap faktor yang paling merugikan dalam pengolahan emas dan berakibat pada rendahnya perolehan karena mineral sulfida bisa mengkonsumsi tiosulfat (Filmer, 1990).

Dari hasil analisis XRD (*X-Ray Diffraction*) bahwa kehadiran mineral sulfida yang terkandung dalam bijih emas Tatelu adalah jenis kalkosit ( $Cu_2S$ ) dapat dilihat pada Gambar 2, Dapat diketahui bahwa bijih emas Tatelu merupakan bijih emas sulfida. Hal ini dapat dilihat dari *peak* yang terdapat pada grafik hasil analisis XRD menunjukkan mineral sulfida yang terdapat dalam bijih emas adalah tembaga sulfida.



**Gambar 1.** (a) Hasil mikroskop optik menunjukkan adanya mineral pirit ( $FeS_2$ ) sebagai butiran bebas (b) Partikel emas terinklusi oleh mineral silikat, alumunium, perak dan oksigen (c) Hasil X-Ray Mapping



**Gambar 2.** Hasil analisis XRD percontoh awal bijih emas Tatelu

## 3.2 Hasil Pelindian dengan Tiosulfat ( $S_2O_3$ )

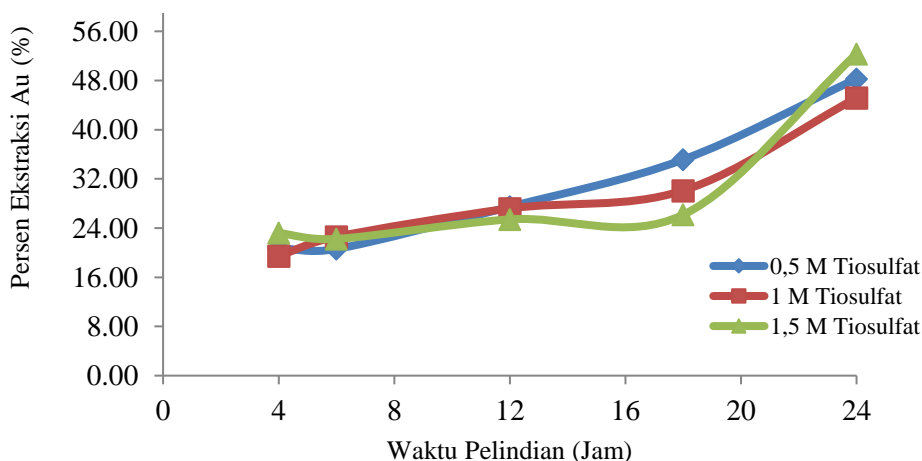
### 3.2.1 Pengaruh Konsentrasi Tiosulfat ( $S_2O_3$ )

Konsentrasi tiosulfat yang diaplikasikan untuk melindi bijih emas Tatelu dapat mempengaruhi persen ekstraksi emas yang dihasilkan. Pada penelitian ini divariasikan konsentrasi tiosulfat sebanyak 0,5, 1 dan 1,5 M dengan persen padatan sebesar 20, 30 dan 40%. Gambar 3, 4 dan 5 menunjukkan pengaruh variasi konsentrasi tiosulfat ( $S_2O_3$ ), waktu pelindian dan persen padatan terhadap persen ekstraksi emas. Pada gambar tersebut terlihat bahwa semakin tinggi konsentrasi tiosulfat pada proses maka persen ekstraksi yang dihasilkan juga akan semakin meningkat. Gambar 3 memperlihatkan persen ekstraksi tertinggi diperoleh pada konsentrasi tiosulfat sebanyak 1,5 M dengan kondisi proses persen padatan sebesar 20%, waktu proses selama 24 jam, yaitu menghasilkan persen ekstraksi emas sebesar 52,33%, sedangkan persen ekstraksi terendah diperoleh pada konsentrasi tiosulfat sebanyak 1 M kondisi proses persen padatan sebesar 20%, waktu proses selama 4 jam yaitu menghasilkan sebesar 18,21%. Pada Gambar 4 persen ekstraksi tertinggi diperoleh pada konsentrasi tiosulfat sebanyak 1,5 M dengan kondisi proses persen padatan sebesar 30%, yaitu menghasilkan persen ekstraksi emas sebesar 60,84%, sedangkan persen ekstraksi terendah diperoleh pada konsentrasi tiosulfat sebanyak 0,5 M dengan kondisi proses persen padatan sebesar 30%, waktu proses selama 4 jam yaitu menghasilkan sebesar 23,41%. Pada Gambar 5 persen ekstraksi tertinggi diperoleh pada konsentrasi tiosulfat sebanyak 1 M dengan kondisi proses persen padatan sebesar 40% yaitu menghasilkan ekstraksi emas sebesar 66,76%, sedangkan persen ekstraksi terendah diperoleh pada konsentrasi tiosulfat sebanyak 1 M kondisi proses persen padatan sebesar 40% yaitu menghasilkan sebesar 19,46%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi tiosulfat maka akan semakin meningkat ekstraksi emasnya (Mark et al. 2000). Pelindian dengan tiosulfat adanya oksida besi seperti mineral limonit, magnetit, dan hematit tidak berdampak signifikan terhadap konsumsi tiosulfat. Mineral seperti pirit ( $FeS_2$ ), kalkosit ( $Cu_2S$ ), galena ( $PbS$ ) dan sfalerit ( $ZnS$ ) memiliki efek yang merugikan pada ekstraksi emas adanya mineral tersebut dapat meningkatkan konsumsi tiosulfat dan ekstraksi emas akan berkurang (Yen et al, 1996). Sedangkan bijih emas yang mengandung mineral tembaga ( $Cu$ ) yang cukup tinggi dapat meningkatkan ekstraksi emas dan mengurangi konsumsi tiosulfat (R.K. Rath. 2002). Banyak faktor yang mempengaruhi kestabilan larutan tiosulfat antara lain kurnian air, larutan tiosulfat encer (0,01 M atau lebih rendah) terdekomposisi lebih cepat dari pada larutan pekat (0,01 M atau lebih), kehadiran mineral tertentu seperti pirit, kalkosit dan kuarsa, kehadiran bakteri sulfur dan terpapar oleh cahaya ultraviolet. Sebagai agen pereduksi lemah yang bisa mengkonsumsi oksigen atau oksida lainnya, reagen ini terdekomposisi menjadi tetrathionat. Oksidasi tiosulfat berlangsung cepat dalam larutan netral atau asam. Tiosulfat dapat didekomposisi oleh berbagai oksida. Oksida utama dalam pelindian emas adalah oksigen terlarut, ion tembaga dan oksida padat yang berasosiasi dengan bijih. Ketika tidak ada ion logam tiosulfat cenderung berdegradasi secara lambat oleh oksigen dan membentuk sulfat sebagai produk akhir.

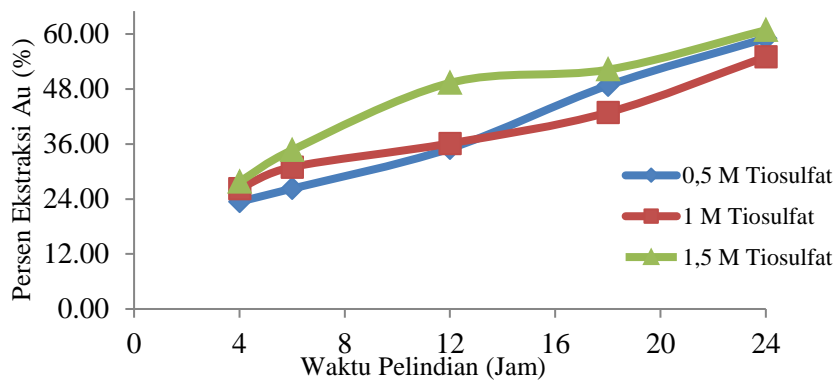
### 3.2.2 Pengaruh Persen Padatan

Besar kecilnya persen padatan yang digunakan saat proses pelindian bijih emas Tatelu dapat mempengaruhi persen ekstraksi emas yang dihasilkan. Variasi besar kecilnya persen padatan yang digunakan pada penelitian ini adalah 20%, 30% dan 40%. Waktu yang digunakan untuk melindi bijih emas Tatelu adalah 24 jam dan diambil percontoh setiap waktu 4, 6, 12, 18 dan 24 jam. Konsentrasi tiosulfat yang digunakan untuk melindi bijih emas Tatelu disetiap percontoh sebanyak 0,5, 1 dan 1,5 M. Proses pelindian bijih emas Tatelu dilakukan dalam sebuah botol berputar yang dinamakan *rolling bottle*. Sehingga diperoleh persen padatan yang optimal untuk proses pelindian dengan tiosulfat. Pada Gambar 3, 4 dan 5 terlihat

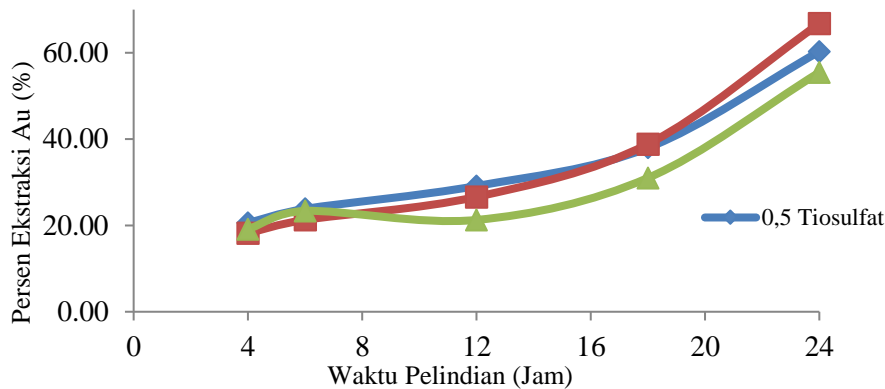
bahwa semakin besar persen padatan yang digunakan maka hasil yang diperoleh akan semakin tinggi. Dapat dilihat pada Gambar 3 bahwa persen ekstraksi tertinggi diperoleh pada persen padatan 20% dengan konsentrasi tiosulfat sebanyak 1.5 M dengan waktu proses pelindian selama 24 jam, yaitu menghasilkan persen ekstraksi sebesar 52,33%, sedangkan persen ekstraksi terendah diperoleh pada lama waktu proses pelindian 4 jam dengan konsentrasi tiosulfat sebanyak 1 M dengan kondisi proses persen padatan 20%, yaitu menghasilkan sebesar 18,21%. Pada Gambar 4 persen ekstraksi tertinggi diperoleh pada persen padatan 30% dengan konsentrasi tiosulfat sebanyak 1 M dengan waktu proses pelindian selama 24 jam, yaitu menghasilkan persen ekstraksi sebesar 60,84%, sedangkan persen ekstraksi terendah diperoleh pada lama waktu proses pelindian 4 jam dengan konsentrasi tiosulfat sebanyak 0,5 M dengan kondisi proses persen padatan 30% yaitu menghasilkan sebesar 23,41%. Pada Gambar 5. persen ekstraksi tertinggi diperoleh pada persen padatan 40% dengan konsentrasi tiosulfat sebanyak 1 M dengan waktu proses pelindian selama 24 jam, menghasilkan persen ekstraksi 66,76%, sedangkan persen ekstraksi terendah diperoleh pada lama waktu proses pelindian 4 jam dengan konsentrasi tiosulfat sebanyak 0,5 M dengan kondisi proses persen padatan 40% yaitu menghasilkan sebesar 19,46%. Hal ini menunjukkan bahwa pada 40% padatan dengan konsentrasi tiosulfat yang tinggi pada proses pelindian berlangsung lebih efektif dibandingkan pada persen padatan 20% dan 30%. Karena persen padatan merupakan perbandingan berat padatan dengan berat air. Jika persen padatan terlalu rendah dalam penelitian ini, maka semakin rendah padatan dalam proses pelindian sehingga kesempatan bereaksi antara emas dengan tiosulfat akan semakin kecil perolehan ekstraksinya. Pada kondisi padatan 40% kemampuan tiosulfat untuk melarutkan emas cukup besar yaitu 66,76%, sedangkan pada kondisi persen padatan 20% perolehan emas menurun menjadi 52,33%. Hal tersebut terjadi karena semakin tinggi persen padatan, perbandingan bijih terhadap pelarut tiosulfat semakin rendah yang berarti kesempatan kontak antara emas dan ion  $S_2O_3$  yang ada pada pelarut semakin tinggi. Selain itu dengan naiknya persen padatan, kekentalan akan semakin tinggi sehingga pengadukan lebih baik dan oksigen menyebar secara merata sehingga laju reaksi tinggi.



**Gambar 3.** Pengaruh konsentrasi tiosulfat ( $S_2O_3$ ), waktu dan persen padatan terhadap persen ekstraksi emas untuk persen padatan 20%



**Gambar 4.** Pengaruh konsentrasi tiosulfat ( $S_2O_3$ ), waktu dan persen padatan terhadap persen ekstraksi emas untuk persen padatan 30%



**Gambar 5.** Pengaruh konsentrasi tiosulfat ( $S_2O_3$ ), waktu dan persen padatan terhadap persen ekstraksi emas untuk persen padatan 40%

### 3.2.3 Pengaruh Waktu Pelindian

Lamanya waktu proses pelindian yang dilakukan untuk memperoleh persen ekstraksi emas Tlatu dapat mempengaruhi persen ekstraksi emas yang dihasilkan. Pada penelitian ini membuktikan bahwa tiosulfat merupakan suatu reagen pelindi yang sangat efektif seperti banyak dilaporkan oleh para peneliti yang meneliti kinerja tiosulfat (Jiang et al, 1993). Variasi waktu yang dilakukan pada penelitian ini adalah 4, 6, 12, 18 dan 24 jam. Proses pelindian menggunakan persen padatan sebesar 20%, 30% dan 40%. Dengan mengaplikasikan konsentrasi tiosulfat setiap percontoh sebesar 0,5, 1 dan 1,5 M. Proses pelindian bijih emas Tlatu dilakukan dalam sebuah botol berputar yang dinamakan *rolling bottle*. Sehingga diperoleh waktu yang maksimal pada proses pelindian dengan tiosulfat. Pada Gambar 3, 4 dan 5 terlihat bahwa semakin lama proses pelindian dilakukan maka persen ekstraksi yang dihasilkan juga semakin tinggi. Dapat dilihat pada Gambar 3 bahwa persen ekstraksi tertinggi diperoleh pada lama waktu proses pelindian 24 jam dengan konsentrasi tiosulfat sebanyak 1,5 M dengan kondisi proses persen padatan 20%, yaitu menghasilkan persen ekstraksi sebesar 52,33%, sedangkan persen ekstraksi terendah diperoleh pada lama waktu proses pelindian 4 jam dengan konsentrasi tiosulfat sebanyak 1 M dengan kondisi proses persen padatan 20%, yaitu menghasilkan sebesar 18,21%. Pada Gambar 4 persen ekstraksi tertinggi diperoleh pada lama waktu proses pelindian 24 jam dengan konsentrasi tiosulfat sebanyak 1,5 M dengan kondisi proses persen padatan 30% yaitu menghasilkan persen ekstraksi sebesar 60,29%, sedangkan persen ekstraksi terendah diperoleh pada lama waktu proses pelindian 4 jam dengan konsentrasi tiosulfat sebanyak 0,5 M dengan kondisi proses persen padatan 30% yaitu



menghasilkan sebesar 23,41%. Pada Gambar 5 persen ekstraksi tertinggi diperoleh pada lama waktu proses pelindian 24 jam dengan konsentrasi tiosulfat sebanyak 1 M dengan kondisi proses persen padatan 40% yaitu menghasilkan persen ekstraksi sebesar 66,76%, sedangkan persen ekstraksi terendah diperoleh pada lama waktu proses pelindian 4 jam dengan konsentrasi tiosulfat sebanyak 1 M dengan kondisi proses persen padatan 40% yaitu menghasilkan sebesar 19,46%. Hal ini menunjukkan bahwa pada waktu 24 jam dengan konsentrasi tiosulfat sebanyak 1 M dalam kondisi persen padatan 40%. Perolehan ekstraksi emas mencapai 66,76% pelindian tersebut telah berlangsung lebih efektif dibandingkan pada waktu pelindian 4, 6, 12 dan 18 karena semakin lama waktu pelindian maka semakin banyak emas yang terlarut dalam tiosulfat karena semakin banyak kesempatan terjadinya reaksi kontak antara tiosulfat dengan percontoh sehingga logam yang terlarut akan semakin meningkat (Mark et al, 2000).

Dari hasil analisis kimia diketahui bahwa bijih mengandung pengotor seperti timbal (Pb), besi (Fe), seng (Zn), silika (SiO<sub>2</sub>) dan mineral sulfida seperti pirit (FeS<sub>2</sub>) dan kalkosit (Cu<sub>2</sub>S) yang cukup besar sehingga unsur-unsur tersebut dapat mengkonsumsi tiosulfat dan akan menghambat laju reaksi. Melihat dari hasil analisis pelindian, perolehan emas yang terlarut oleh tiosulfat semakin besar seiring lamanya waktu pelindian pada saat proses pengadukan. Peningkatan ini terjadi karena tiosulfat merupakan anion meta-stabil yang berdekomposisi dalam larutan encer. Tiosulfat dapat didekomposisi oleh berbagai oksidan. Oksidan utama dalam pelindian emas dengan tiosulfat ialah oksigen terlarut dan ion tembaga.

#### 4. KESIMPULAN

Dari penelitian disimpulkan bahwa proses pelindian menggunakan reagen ramah lingkungan tiosulfat (S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) cukup efektif. Persen ekstraksi emas tertinggi dicapai pada waktu ekstraksi 24 jam pada konsentrasi tiosulfat 1 M dengan nilai sebesar 66,76% untuk persen padatan sebesar 30%. Sedangkan persen ekstraksi emas terendah pada kondisi waktu selama 4 jam dengan konsentrasi tiosulfat sebesar 1 M didapatkan nilai persen ekstraksi hanya 19,46% dalam kondisi persen padatan sebesar 20%.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral (tekMIRA), yang telah memberikan bahan penelitian serta fasilitas pengujian sehingga penelitian ini dapat diselesaikan sesuai target.

#### DAFTAR RUJUKAN

- Aylmore, Muir et al. 2001. Thermodynamic analysis of gold leaching by ammonical thiosulfate using Eh/pH and speciation diagrams, *Minerals and Metallurgical Processing*, Vol.18, No.4, hal. 221-227.
- Berezowsky, Sefton et al. 1979. Recovery of Gold and Silver From Oxidation Leach Residue by Amonia Thiosulphate Leaching, Makalah disajikan pada AIME Annual Meeting, New Orleans, LA, hal. 102-105.
- Abbruzzese P, Fornari et al. 1995. Thiosulphate Leaching for Gold Hydrometallurgy. Istituto peril Trattamento dei minerali (ITM) del CNR, Via Bolognola, Roma, Italy.
- Direktorat ESDM. 1993-1997. *Prospek Sumber Daya Mineral Logam di Indonesia.*, Departemen Pertambangan dan Energi,. Bandung.

- Filmer. 1990. *A Comparison of Cyanide, Thiourea and Chlorine as Lixiviants for Gold.*, Regional Conference on Gold-mining, Metallurgy and Geology. The Aus.I.M.M. Perth and Kalgoorlie.
- Henley. 1980. A Combined Mineralogical/Metallurgical Approach to Determining the Nature and Location of Gold in Ores and Mill Product. *Mineral Engineering*.
- Hiskey. 1984. Gold and Silver Extraction: The Application of Heap Leaching Cyanidation." *Field Note*. v. 15, n.4. Tucson: Arizona Bureau of Geology and Mineral Technology.
- Jeffrey, Mirza. 2014. *Study of The Surface Chemistry and Dissolution Rate of Gold in Thiosulfate Solution with Organic Additives*. The University of Guelph, Ontario, Canada.
- Jiang, Jin et al. 1993. *A Kinetic Study of Gold from Copper-Bearing Ores*, dipresentasikan pada SME Annual Meeting, Nevada.
- Mark Aylmore and David et al. 2000. *Thiosulfate Leaching of Gold-A Review*. CSIRO Divison of Minerals, Bentley, Australia.
- Menteri ESDM. 2017. *Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No. 5 Tahun 2017 Tentang Peningkatan Nilai Tambah Mineral Melalui Kegiatan Pengolahan dan Pemurnian Mineral di Dalam Negeri*. Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral, Indonesia.
- Misic L. 2011. High Oxidative Process for Dead Roasting of Polymetallic Sulfides Concentrates. Serbia: Mining and Metallurgy Institute Bor.
- R.K. Rath. 2002. *Ammonical Thiosulphate Leaching of Gold Ore*. Hokkaido University, Sapporo, Japan.
- R.J., Tykodi. 1990. In Praise of Thiosulphate, *Journal of Chemical Education*, hal. 146-149.
- Rusdiarso B. 2007. Studi Ekstraksi Pelarut Emas (III) dalam larutan konsentrat Tembaga PT Freeport dengan 8-Metylxantin. Kimia MIPA UGM, Yogyakarta.
- Terkel Rosenqvist. 1983. *Principle of Extractive Metallurgy*. McGraw-Hill Book. Singapura.
- Wahyudi. 2004. Pengujian Bahan Baku Bijih Emas., *Penambangan dan Pengolahan Emas di Indonesia* , Puslitbang Teknologi Mineral dan Batubara Badan Litbang Energi dan Sumber Daya Mineral, Bandung.
- Wells, Patel et al. 1991. Contemporary Practices in Gravity Recovery Installations in the Canadian Mining Industry., *Mineral Engineering* 4.3-4.
- Yen, Descenes et al. 1996. Thiosulphate Leaching as an Alternative to Cyanidation: *Review of the Latest Development*. 33<sup>rd</sup> Annual Operator's Conference of the Canadian Mineral Processors 23-25, Ontario.