EKSTRAKSI EMAS DAN PERAK MENGGUNAKAN TIOUREA

Nanda Pratiwi Rapele[1*], Nur Alam Fajar[2], Fitri Febriana[3], M Ridzuan[4]
[1-4] Depatemen Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Makassar 90245
e-mail: *nandarapele@gmail.com

ABSTRAK

Emas dan perak adalah mineral logam yang dimamfaatkan sebagai perhiasan, konduktor, dan argentometri. Keberadaan emas di alam terikat dengan mineral pembawa sehingga dibutuhkan teknik pemisahan emas dan perak yang ekonomis, efektif dan ramah terhadap lingkungan. Metode ekstraksi emas yang umum digunakan adalah metode sianidasi dan amalgamasi, tetapi metode tersebut memiliki dampak negatif terhadap lingkungan. Salah satu alternatif ramah lingkungan dan efektif dalam mengekstraksi emas dan perak dari bijihnya adalah metode tiourea yang menggunakan GOLDIX 575. Penelitian dimulai dengan pengambilan sampel bijih di lapangan, kemudian dilakukan fraksinasi dengan ukuran partikel bijih 80 mesh, 140 mesh, dan 200 mesh. Hasil analisis mikroskopis, XRD, dan SEM memperlihatkan sampel bijih emas mengandung mineral yang terdiri dari kuarsa, kalsit, hematit, magnetit, biotit serta sebagian kecil mineral sulfida seperti pirit dan spalerit. Kadar bijih yang ditentukan dengan analisis AAS masing-masing sebesar 2 ppm Au dan 2,7 ppm Ag. Percobaan pelindian bijih emas dilakukan dengan variabel yang digunakan adalah: persen padatan 35%, 40%, dan 45%; konsentrasi tiourea (GOLDIX 575) sebesar 400 ppm, 500 ppm, dan 600 ppm, serta waktu reaksi 1 jam, 2 jam, 4 jam, 8 jam, 24 jam dan 48 jam. Kondisi pada pelindian emas dan perak dijaga pada pH larutan 10-11, kecepatan pengadukan 169 rpm, pada suhu kamar dan tekanan atmosfer. Hasil penelitian menunjukkan bahwa laju ekstraksi emas tertinggi sebesar 77,68%, sedangkan ekstraksi perak tertinggi sebesar 59,46%.

Kata kunci: Emas, perak, pelindian, tiourea.

PENDAHULUAN

Emas dan perak merupakan logam mulia yang sangat penting dengan sifat tahan korosi sehingga dapat digunakan sebagai cadangan yang strategis (Azadi *et al*., 2019; Wu *et al*., 2019). Mineral emas dapat dijumpai dalam bentuk primer dan sekunder (Yanuarsyah dan Suwarno, 2017).

Indonesia merupakan negara dengan potensi bahan tambang yang sangat melimpah, seperti logam emas (Au) dan perak (Ag) yang memiliki nilai ekonomis cukup tinggi (Ariyanti dan Syaifuddin, 2019). Kedua logam mulia ini juga memiliki penggunaan di bidang industri yang dipengaruhi secara signifikan oleh permintaan industri (Arendas, 2016). Data sumber daya cadangan emas (Au) dan perak (Ag) tahun 2020 menyebutkan total sumber daya bijih emas (Au) sebesar 14.963,73 juta ton dengan total cadangan bijih emas (Au) 3.565,70 juta ton dan perak (Ag) sebesar 7.569,20 juta ton dengan total cadangan bijih perak (Ag) 2.851,07 juta ton (ESDM, 2020). Data ini menunjukkan bahwa emas (Au) dan perak (Ag) menjadi komoditas penting bagi perekonomian di Indonesia, sehingga penting untuk meningkatkan produksi emas (Au) dan perak (Ag). Salah satu proses yang memengaruhi tingkat produksi dari emas (Au) dan perak (Ag) terletak pada proses pengolahannya (Iswanto dan Pradipta, 2020). Pengolahan emas umumnya dapat dilakukan dengan dua metode pengolahan, yaitu: cara amalgamasi dan sianidasi. Metode pelindian emas (Au) dan perak (Ag) yang memiliki nilai perolehan (*recovery)* tinggi adalah metode sianidasi. Namun, sianida memiliki toksisitas tinggi terhadap lingkungan (Yustanti dkk., 2018). Pelarut alternatif yang dapat digunakan tiourea, halogen, tiosianat, tiosulfat, klorinasi,dan amonium polisulfida, malonitril.

Menurut riset yang dilakukan oleh Badriyah (2016), metode leaching thiourea ($CS(NH_2)_2$) dianggap alternatif yang jauh lebih aman dari metode sianidasi dan amalgamasi. Oksidator Fe dapat ditambahkan dalam meningkatkan kestabilan thiourea dalam proses leaching emas menggunakan pelarut thiourea dan sebagai pengganti sianida, terutama pada bijih berjenis primer, dan sulfida rendah. Tiourea secara relatif tidak beracun dan aman bagi lingkungan (GOLD-ISMIA, 2020). Tingkat toksisitas tiourea yang rendah dibandingkan dengan sianida menyebabkan senyawa ini lebih aman jika diterapkan pada proses ekstraksi emas (Marsden *and* House, 2006). Tiourea memiliki produk degradasi utamanya adalah unsur sulfur dan sianamida, yang merupakan bahan yang dapat digunakan sebagai pupuk sehingga lebih ramah lingkungan.

METODOLOGI

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini berupa bijih oksida yang diambil dari suatu lokasi tambang di Kota Palu, Sulawesi Tengah. Sebelum dianalisis, sampel dipreparasi menjadi tiga ukuran fraksi yang berbeda yakni 80, 140 dan 200 mesh. Kegiatan ini dilakukan di Laboratorium Analisis dan Pengolahan Bahan Galian, Departemen Teknik Pertambangan, FT Unhas. Selanjutnya sampel dikarakterisasi untuk mengetahui komposisi mineralogi serta kadar emas dan peraknya.

Analisis mineralogi dilakukan dengan menggunakan tiga metode yang berbeda yakni mikroskopi optis, difraktometri sinar X (XRD) dan *scanning electron microscopy* (SEM). Untuk keperluan analisis mikroskopis, sampel bijih dipotong kemudian dipoles hingga permukaan halus. Pengamatan mikroskopis dilakukan dengan menggunakan mikroskop polarisasi (Nikon Eclipse LV-100 POL). Sementara itu, untuk analisis XRD, sampel dengan ukuran partikel -200# dipress pada sampel holder lalu di pindai dengan menggunakan difraktometer Shimadzu (Maxima, X-7000). Kondisi pemindai adalah sebagai berikut: tegangan 40kV, arus 30 mA, dipindai pada sudut 5^o – 70^o 2theta, langkah pemindai $0{,}02^o$ dengan

waktu 2º/menit. Interpretasi fasa mineral dalam sampel ditentukan dengan bantuan program Impact Match 3 (trial version). Analisis SEM ditujukan untuk mengetahui tekstur permukaan/morfologi sampel bijih emas dengan menggunakan SEM-Quanta FEI-450. Seluruh analisis ini dilakukan di Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.

Konsentrasi emas dan perak dalam sampel ditentukan dengan menggunakan metode atomic absorption spectroscopy (AAS). Pada proses analisis AAS, diawali dengan ekstraksi menggunakan air raja (Aqua regia). Sampel emas lalu dicampurkan dengan garam dan Matriks Dibk. Garam berfungsi untuk memisahkan emas dengan logam lainnya dan Matriks Dibk yang berfungsi untuk mengikat emas agar dapat dianalisis menggunakan AAS. Untuk mengetahui kadar perak menggunakan AAS tidak perlu dicampurkan dengan garam dan Matriks DiBK karena pada proses analisis kadar perak dapat langsung dianalisis menggunakan AAS.

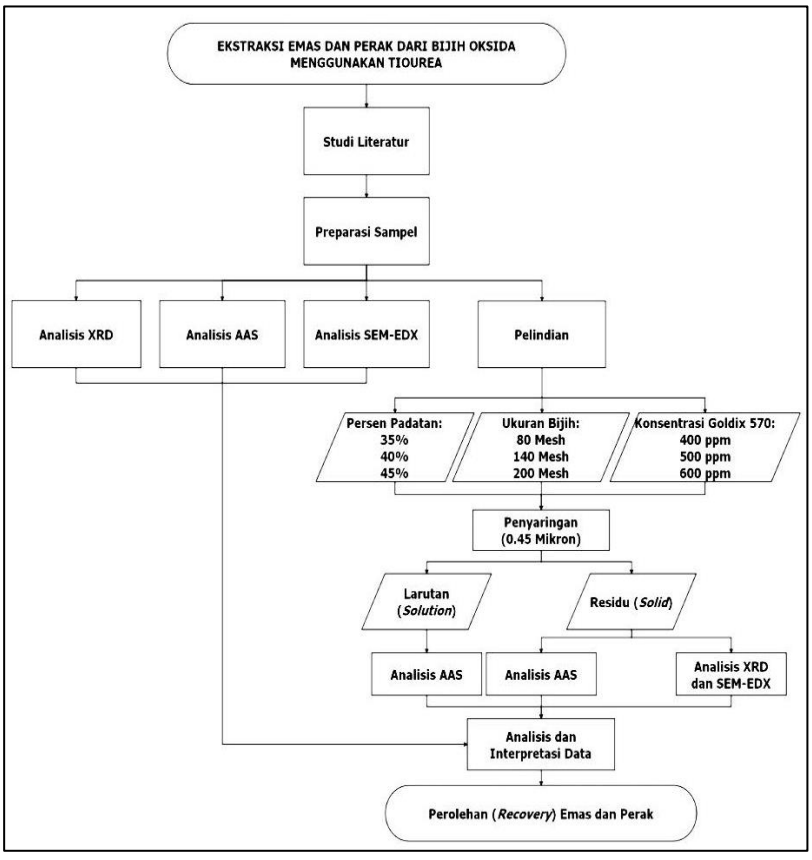
Proses pelindian dimulai dengan memasukkan akuades dan bijih oksida yang telah direduksi ukurannya sebanyak 1 kg lalu dilakukan pengadukan dengan kecepatan 169 rpm hingga homogen. Melakukan pengaturan pH yaitu antara 10-11. Ketika pH pencampuran telah 10-11, selanjutnya dilakukan proses pelindian dengan cara menginjeksi reagen yang digunakan yaitu goldix 570 selama 48 jam. Proses ekstraksi emas dan perak dengan menggunakan variasi variabel dan variabel tetap. Variasi variabel yaitu konsentrasi reagen kimia (tiourea), ukuran bijih dan persen padatan sedangkan variabel tetap yaitu kecepatan pengadukan, bijih yang digunakan, dan waktu. Variabel yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari: persen padatan 35%, 40%, dan 45%; konsentrasi tiourea (GOLDIX 575) sebesar 400 ppm, 500 ppm, dan 600 ppm, serta waktu reaksi 1 jam, 2 jam, 4 jam, 8 jam, 24 jam dan 48 jam. Kondisi pada pelindian emas dan perak dijaga pada pH larutan 10-11, kecepatan pengadukan 169 rpm, pada suhu kamar dan tekanan atmosfer. Hasil dari percobaan pelindian disaring dan diambil residu beserta larutannya. Larutan dan residu dari proses pelindian dianalisis menggunakan AAS untuk mengetahui kadar dari emas dan perak dan residu hasil pelindian dianalisis menggunakan XRD untuk mengetahui komposisi mineral.

Hasil analisis kadar emas dan perak dapat diketahui peningkatan kadar pada proses ekstraksi dan pada akhir penelitian dapat ditentukan perolehan (*recovery*) emas dan perak serta mengetahui kondisi yang optimal untuk meningkatkan perolehan dari emas dan perak.

Analisis dan interpretasi data merupakan hubungan penyelidikan dan pandangan teoretis maupun percobaan secara langsung terhadap data sebelum, saat dan sesudah dilakukan penelitian. Data dalam penelitian ekstraksi emas dan perak dari bijih oksida dengan menggunakan tiourea terdiri dari data primer dan data sekunder. Penjabaran data primer dan data sekunder dapat dilihat sebagai berikut:

1. Data primer diambil dari tahapan pada prosedur Penelitian yaitu Data pada proses reduksi ukuran sampel, karakterisasi dan pengolahan bijih oksida, proses ekstraksi emas dan perak, Pengumpulan Data dan Analisis Data.
2. Data sekunder didapatkan dari jurnal, artikel ilmiah dan studi kepustakaan tentang emas dan perak.

Proses ekstraksi emas dan perak dilakukan dengan tahapan yang ditunjukan pada diagram alir seperti Pada Gambar -1.

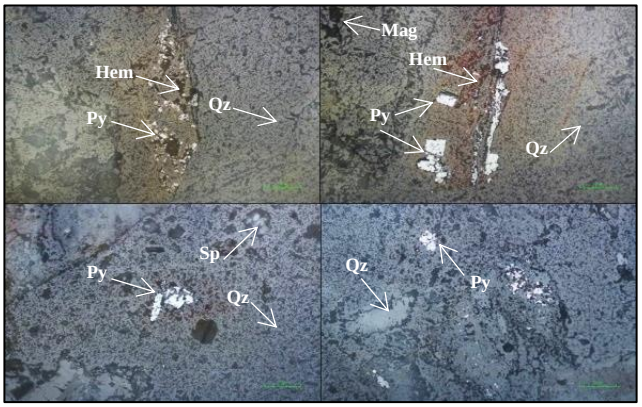


Gambar-1. Diagram alir penelitian

HASIL DAN DISKUSI

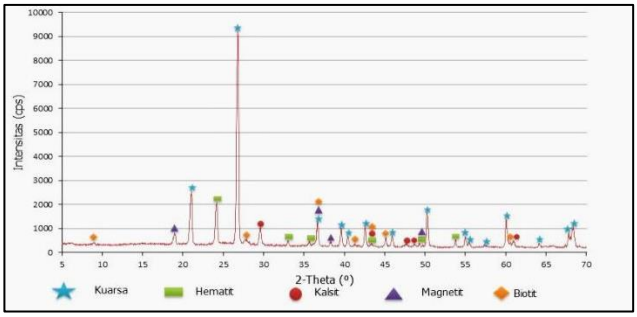
1. Karakteristik Bijih dan Pelindian Au dan Ag dari Bijih Oksida

Karakterisasi bijih dilakukan menggunakan analisis mikroskopis, analisis SEM, dan analisis XRD. Analisis mikroskopis berfungsi untuk mengetahui mineral pada batuan. Berikut hasil analisis Mikroskop ditunjukkan pada Gambar-2.



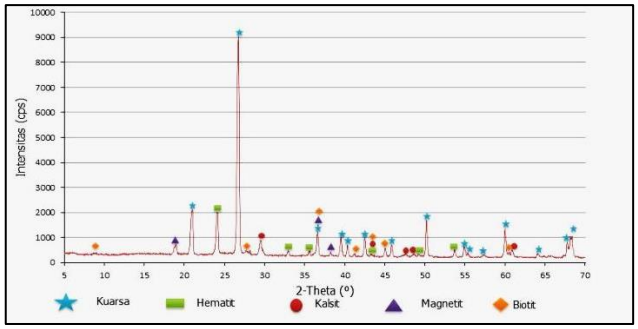
Gambar-2. Hasil analisis Mikroskopis sampel bijih oksida

Hasil analisis mikroskopis menunjukkan mineral oksida seperti kuarsa, hematit, dan magnetit. Selain itu, terdapat mineral sulfida seperti pirit. Mineral kuarsa dijumpai berwarna putih keabu-abuan, berbentuk *anhedral*, dan tekstur kompak (*massive*). Mineral hematit berwarna merah kehitaman berbentuk *anhedral* dengan tekstur pergantian (*replacement*). Mineral magnetit berwarna merah kecoklatan berbentuk *anhedral* dengan mengalami pergantian (*replacement*). Mineral pirit berwarna putih pucat, berbentuk *euhedral-subhedral*, dan mengalami pergantian (*replacement*). Mineral spalerit berwarna keabu-abu berbentuk *anhedral* dan tekstur pergantian (*replacement*). Berikut ini hasil analisis XRD pada sampel awal yang ditunjukkan pada Gambar-3.



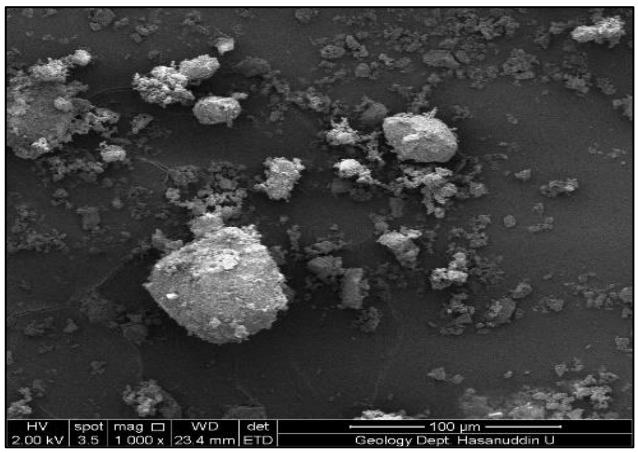
Gambar-3. Hasil analisis XRD sampel bijih oksida

Berdasarkan hasil analisis XRD pada sampel awal, memperlihatkan mineral pada sampel sebelum pelindian yang menempati puncak difraksi tertinggi yaitu mineral kuarsa. Gambar-3 menunjukkan mineral kuarsa yang memiliki nilai d sebesar 4,25Å, 3,34Å, 2,45Å, 2,28Å, 2,24Å, 2,13Å, 1,98Å, 1,82Å, 1,67Å, 1,65Å, 1,60Å, 1,54Å, 1,45Å, 1,38Å, 1,37Å. Selain itu, terdapat mineral hematit yang memiliki nilai d sebesar 3,70Å, 2,72Å, 2,52Å, 2,09Å, 1,85Å, dan 1,70Å. Mineral lain yang ditemukan yaitu mineral kalsit dengan nilai d sebesar 3,03Å, 2,09Å, 1,91Å, 1,87Å, dan 1,52Å. Mineral magnetit juga ditemukan dengan nilai d sebesar 4,72Å, 2,45Å, 2,35Å, dan 1,85Å. Terakhir, mineral biotit dengan nilai d sebesar 10,08Å, 3,23Å, 2,45Å, 2,19Å, 2,09Å, 2,01Å, dan 1,53Å. Berikut ini hasil analisis XRD pada sampel setelah pelindian yang ditunjukkan pada Gambar-4.

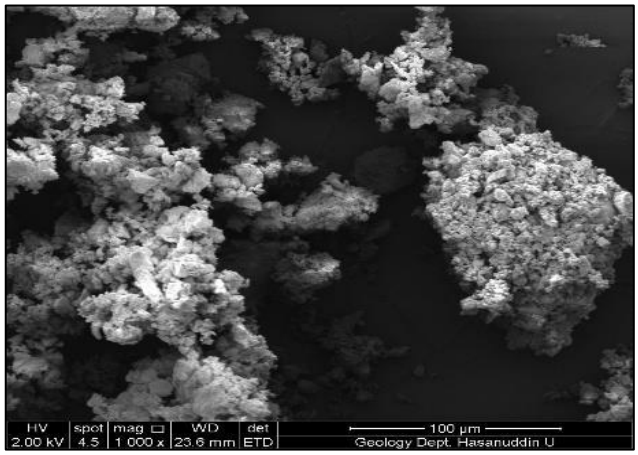


Gambar-4. Hasil Analisis XRD setelah pelindian

Hasil analisis XRD setelah pelindian menunjukkan mineral kuarsa ditemukan pada nilai d sebesar 4,24Å, 3,34Å, 2,45Å, 2,28Å, 2,23Å, 2,12Å, 1,97Å, 1,81Å, 1,67Å, 1,65Å, 1,60Å, 1,54Å, 1,45Å, 1,38Å, 1,37Å. Mineral hematit juga ditemukan pada nilai d sebesar 3,70Å, 2,72Å, 2,52Å, 2,09Å, 1,85Å, dan 1,70Å. Mineral kalsit ditemukan pada nilai d sebesar 3,03Å, 2,09Å, 1,91Å, 1,87Å, dan 1,52Å. Mineral magnetit ditemukan pada nilai d sebesar 4,70Å, 2,45Å, dan 2,35Å serta mineral biotit pada nilai d sebesar 10,04Å, 3,25Å, 2,45Å, 2,19Å, 2,09Å, 2,01Å, dan 1,53Å. Berdasarkan hasil tersebut diketahui mineral-mineral dominan yang terdapat pada sampel yaitu kuarsa, hematit, kalsit, magnetit dan biotit. Berikut ini hasil analisis SEM yang ditunjukkan pada Gambar-5 dan Gambar-6.



Gambar-5. Hasil analisis SEM sampel awal



Gambar-6. Hasil analisis SEM sampel setelah pelindian

Gambar-5 dan Gambar-6 menunjukkan perubahan butiran partikel sebelum dan sesudah proses pelindian dimana sebelum dilakukan proses pelindian sampel tidak berpori-pori dan membundar (*subrounded*). Namun, setelah proses pelindian terlihat pori-pori pada sampel. Perubahan pada butiran sampel terjadi karena terdapat peran dari pelarut sehingga mineral emas dan perak terbebas dari mineral pengotor.

2. Hasil Pelindian Emas dan Perak

Adapun hasil dari analisis AAS berupa kadar emas (Au) dan perak (Ag) pada Tabel-3, Tabel-4, dan Tabel-5 di bawah ini:

Tabel-3. Hasil analisis AAS pada Goldix 575, 600ppm, 40% padatan, 80 mesh

No	Sampel	waktu tinggal	Kadar Au	Kadar Ag
1	G575, 600ppm, 40%, 80 mesh	1	0,34	0,36
		2	0,41	0,46
		4	0,53	0,57
		8	0,64	0,66
		24	1,03	1,02
		48	1,13	1,09

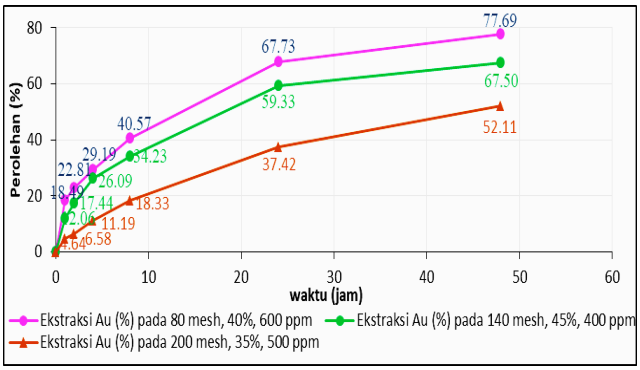
Tabel-4. Hasil analisis AAS pada Goldix 575, 400ppm, 45% padatan, 140 mesh

No	Sampel	waktu tinggal	Kadar Au	Kadar Ag
1	G575, 400ppm, 45%, 140 mesh	1	0,25	0,32
		2	0,35	0,57
		4	0,51	0,54
		8	0,66	0,73
		24	1,15	1,36
		48	1,26	1,43

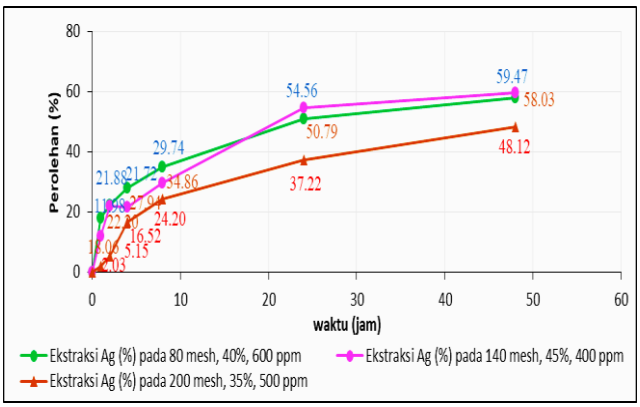
Tabel-5. Hasil analisis AAS pada Goldix 575, 500ppm, 35% padatan, 200 mesh

No	Sampel	waktu tinggal	Kadar Au	Kadar Ag
1	G575, 500ppm, 35%, 200 mesh	1	0,06	0,04
		2	0,08	0,10
		4	0,13	0,32
		8	0,21	0,46
		24	0,43	0,70
		48	0,59	0,89

Hasil analisis AAS memperlihatkan peningkatan kadar emas dan perak tiap waktunya. Kadar emas dan perak tertinggi pada waktu 48 jam dengan kadar emas sebesar 1,26 ppm dan kadar perak sebesar 1,43 ppm. Waktu pelindian yang dilakukan untuk proses ekstraksi emas dan perak bijih oksida dapat mempengaruhi persen ekstraksi emas dan perak yang dihasilkan. Waktu yang digunakan pada penelitian ini adalah (1, 2, 4, 8, 24 dan 48) jam dengan konsentrasi sebesar 400 mesh, 500 mesh dan 600 ppm pada persen padatan 35%, 40% dan 45%. Berikut ini laju ekstraksi emas dan laju ekstraksi perak yang ditunjukan pada Gambar-7 dan Gambar-8.



Gambar-7. Pengaruh waktu pelindian terhadap laju ekstraksi emas



Gambar-8. Pengaruh waktu pelindian terhadap laju ekstraksi perak

Gambar-7 dan Gambar-8 memperlihatkan persen ekstraksi emas dan perak tertinggi diperoleh pada waktu 48 jam yang menghasilkan laju ekstraksi emas dan perak masing-masing sebesar 77,68% dan 59,46% sedangkan persen ekstraksi terendah diperoleh pada waktu 1 jam dengan ekstraksi emas dan perak masing-masing sebesar 4,63% dan 2,03%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama proses pelindian dilakukan maka persen ektraksi yang dihasilkan juga semakin tinggi.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mineral bijih yang terdapat pada sampel tersusun dari mineral kuarsa, kalsit, hematit, magnetit, biotit serta sebagian mineral sulfida seperti pirit dan spalerit
2. Pelindian bijih emas bijih oksida dengan menggunakan larutan tiourea menghasilkan persen ekstraksi maksimum masing-masing sebesar 77,68% dan 59,46%. Kondisi pelindian emas yang maksimum pada konsentrasi GOLDIX 575 sebesar 600 ppm, 40% padatan dan ukuran bijih 80 mesh, sedangkan kondisi pelindian perak yang maksimum pada konsentrasi GOLDIX 575 sebesar 500 ppm, 45% padatan dan ukuran bijih 140 mesh. Berdasarkan persen ekstraksi emas yang didapatkan diketahui variabel yang paling berpengaruh pada proses pelindian emas yaitu

konsentrasi pelarut, persen padatan dan ukuran bijih. Sedangkan pada pelindian perak diketahui variabel yang paling berpengaruh yaitu persen padatan, konsentrasi pelarut dan ukuran bijih.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dr. Sufriadin, ST, MT. yang telah memberikan masukkan terhadap penelitian ini, Laboratorium Analisis pengolahan dan bahan galian yang telah memberi dukungan dalam bentuk fasilitas terhadap penelitian ini dan SIMBELMAWA yang telah memberi dukungan dalam bentuk finansial terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Azadi, M.R., Karrech, A., Elchalakani, M., Attar, M. 2019. Microfluidic study of sustainable gold leaching using glycine solution. *Hydrometallurgy*. Vol. 185, pp. 186–193.

[2] Wu, Hao., Feng, Yali., Huang, Wanfu., Li, Haoran., Liao and Shengde. 2019. The role of glycine in the ammonium thiocyanate leaching of gold. *Hydrometallurgy*. Vol. 185, pp. 111–116.

[3] Yanuarsyah, I., dan Suwarno, Y. 2017. *Integrasi Data Inderaja dan Data Geologi untuk Mendukung Eksplorasi Tambang Emas. Majalah Ilmiah Globe*. Vol 19 (1), pp. 75-82.

[4] ESDM. 2020. *Peluang investasi Emas-Perak Indonesia*. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. Jakarta.

[5] Arendas, Peter, 2016. Gold-Silver Ratio and Its Utilisation in Long Term Silver Investing. *Journal of Social Sciences*. Vol. 7 (1).

[6] Iswanto, D. dan Pradipta, I. W. 2020. *Statistik Pertambangan non Minyak dan Gas Bumi Mining Statistics of Non-Petroleum and Natural Gas 2014-2019*. Badan Pusat Statistika/BPS-Statistics Indonesia. Jakarta.

[7] Yustanti, E., Guntara, A., Wahyudi, T. 2018. Ekstraksi Bijih Emas Sulfida Tatelu Minahasa Utara menggunakan Reagen Ramah Lingkungan Tiosulfat. *Jurnal TEKNIKA*. Vol. 12 (2), pp. 97-106.

[9] Badriyah, L. 2016. Penentuan Jumlah Oksidator pada Proses Isolasi Emas dari Batuan Menggunakan Larutan Thiourea. *Skripsi*. Program Studi Kimia Universitas Jember, Jember.

[10] GOLD-ISMIA, 2020. *Teknologi Pengolahan Emas pada Pertambangan Emas Skala Kecil di Indonesia*. Global Opportunities for Long-term Development of Artisanal and Small Scale Gold Mining (ASGM). Jakarta.

[11] Marsden, J, and House, I. 2006. *The chemistry of gold extraction*. SME.