



Studi Pelindian Bijih Tembaga Sulfida Gorontalo Menggunakan Asam Sulfat Berdasarkan Variasi Ukuran Butir

Fila Delviah M, Sitti Ratmi Nurhawaisyah, Andi Fahdli Heriansyah, Hasbi Bakri, Nur Asmiani, Suriyanto Bakri, Firdaus

Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Indonesia
*email: filadelviahmarz@gmail.com

ABSTRAK

Endapan mineral sulfida berupa ikatan unsur belerang dengan logam, di alam dapat menjadi sumber daya logam, yang dalam jumlah besar dapat berpotensi ekonomi untuk diusahakan. Bijih tembaga sulfida merupakan bahan baku untuk memuat logam tembaga. Salah satu cara pengolahan bijih tembaga yaitu metode pelindian. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ukuran butir ideal dan pengaruhnya terhadap *recovery* tembaga sulfida menggunakan larutan H_2SO_4 . Pelindian dilakukan dengan eksperimen skala laboratorium menggunakan variabel ukuran butir (-100 +150), (-150 +200), (-200 +250), (-250) *mesh*. Selanjutnya analisa kandungan Cu dari sampel larutan kaya menggunakan metode AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*). Hasil pengolahan data untuk %*recovery* Cu terlarut secara berurutan yaitu 38,080902%, 31,005655%, 65,911515%, 69,184552%. Dari data hasil penelitian, ukuran butir paling ideal ditunjukkan pada ukuran butir (-250) *mesh*.

Kata kunci: Ukuran butir, *Recovery*, Tembaga Sulfida, Pelindian.

ABSTRACT

Sulfide mineral deposits in the form of bonds of sulfur elements with metals, in nature can become metal resources, which in large quantities can have economic potential to be cultivated. Copper sulfide ore is a raw material for loading copper metal. One way of processing copper ore is the leaching method. This study aims to determine the ideal grain size and the effect of its variation on copper sulfide recovery using H_2SO_4 solution. Leaching was performed by laboratory scale experiments using variable grain size (-100 +150), (-150 +200), (-200 +250), (-250) mesh. Furthermore, the analysis of Cu content from rich solution samples using the AAS (Atomic Absorption Spectroscopy) method. Data processing results for dissolved Cu %recovery sequentially are 38.080902%, 31.005655%, 65.911515%, 69.184552%. From the research data, the most ideal grain size is shown in the grain size (-250) mesh.

Keywords: Grain size, Recovery, Copper sulfide, Leaching.

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki cadangan bijih tembaga (Cu) yang sangat besar, sebagian besar cadangannya dengan kandungan Cu porfiri dalam bijih bervariasi antara 0,1 - 2%. Selain Cu, biasanya bijih berasosiasi dengan logam lain seperti emas (Au), perak (Ag) dan logam langka seperti Palladium (Pd), Selenium (Se) dan lain-lain. Beberapa jenis bijih Cu terdapat Bornit (Cu_5FeS_4), Kalkorit ($CuFeS_2$), Kovelit (CuS) dengan beberapa pengotor seperti pirit (FeS_2), Magnetit (Fe_3O_4), hematit (Fe_2O_3), atau Kuarsa (SiO_2). Tembaga berwarna coklat keabu-abuan dan mempunyai struktur kristal FCC. Tembaga ini mempunyai sifat-sifat yang sangat baik yakni; sebagai penghantar listrik dan panas yang baik, mampu tempa, duktil dan mudah dibentuk menjadi plat-plat atau kawat. Bijih-bijih tembaga dapat diklasifikasikan atas tiga golongan yaitu bijih sulfida, bijih oksida, dan bijih murni/*native* (Sukanto et al., 2015).

Teknologi pengolahan bijih tembaga dikembangkan karena peningkatan pengotor dan kompleksitas bijih tembaga yang merupakan tantangan dalam pengolahan bijih tembaga. Salah satu cara pengambilan logam dari bijih batuan adalah dengan metode hidrometalurgi (Kusdarini et al., 2023). Beberapa proses dalam hidrometalurgi yang biasa digunakan untuk mengekstraksi logam adalah presipitasi, membran cair, pertukaran ion, serta proses ekstraksi padat-cair dan

ekstraksi cair-cair (Arinaldo, 2016). Metode pelindian merupakan ekstraksi mineral dari padatan dengan media cair. Salah satu contoh proses pengolahannya yaitu benefisasi. Proses ini diperlukan untuk mengubah bijih tembaga menjadi bentuk yang lebih mudah diolah. Untuk bijih sulfida tertentu, proses benefisasi dilakukan dengan menggunakan larutan asam lemah yang mampu melarutkan kandungan mineral tembaga. Hasil pelarutan ini selanjutnya dikumpulkan dan dipompa ke alat ekstraksi (Copperleluhur, 2021).

Penelitian sebelumnya hanya berfokus pada konsentrasi larutan dan waktu pelindian untuk mendapatkan *recovery* tembaga tertinggi. Pada penelitian ini, penulis berfokus pada variabel ukuran butir untuk mendapatkan *recovery* tembaga. Oleh karena itu, penulis berinisiatif untuk melakukan penelitian dengan judul “Studi Pelindian Bijih Tembaga Sulfida Gorontalo Menggunakan Asam Sulfat Berdasarkan Variasi Ukuran Butir”.

METODE

Penelitian dilakukan dengan skala laboratorium. Langkah-langkah penelitian meliputi persiapan alat dan bahan, preparasi sampel bijih tembaga sulfida, analisa sampel bijih tembaga sulfida, proses pelindian, analisa larutan kaya menggunakan AAS dan pengolahan data.

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *jaw crusher*, *ball mill*, *sieve shaker*, kantong sampel, gelas beker, *hot plate*, *magnetic stirrer*, labu ukur, pipet, tabung reaksi, timbangan analitik, *erlenmeyer*, botol sampel dan kertas saring. Bahan yang digunakan yaitu sampel bijih tembaga sulfida yang telah di preparasi, larutan asam sulfat (H_2SO_4), dan larutan *aquades*.

Preparasi Sampel

Proses preparasi sampel terdiri dari proses peremukan, penggerusan, dan pengayakan. Peremukan menggunakan alat *jaw crusher* bertujuan agar material bijih tembaga relatif lebih kecil sehingga dapat dimasukkan ke dalam alat penggerus. Penggerusan dilakukan menggunakan *ball mill* selama 30 menit. Material dari hasil penggerusan kemudian di ayak menggunakan *sieve shaker*. Ayakan yang digunakan mulai dari ukuran (-80 +100) *mesh*, (-100 +150) *mesh*, (-150 +200) *mesh*, (-200 +250) *mesh*, dan (-250) *mesh*. Setelah preparasi, sejumlah sampel diambil untuk dilakukan karakterisasi awal.

Analisa Sampel Bijih Tembaga Sulfida

Sampel bijih tembaga sulfida dianalisa kandungan logam Cu menggunakan metode *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS). Berat logam Cu yang terkandung dalam sampel bijih tembaga sulfida dihitung menggunakan persamaan (1) (Kusdarini et al., 2023).

$$Lb = K_1 \times Ws \quad (1)$$

Dimana Lb adalah berat logam (g), K_1 adalah kadar logam dalam sampel (%), dan Ws adalah berat sampel (g).

Pelindian

Proses pelindian dilakukan dengan memasukkan sampel bijih tembaga sulfida sebanyak 20 gr ke dalam 40 ml larutan H_2SO_4 dengan perbandingan *solid:liquid* yaitu 1:2, konsentrasi larutan yang digunakan yaitu larutan optimum 4M, kecepatan putar 300rpm dengan suhu ruangan yang dilakukan selama 2 jam kemudian di variasikan dengan ukuran butir (-100 +150) *mesh*, (-150 +200) *mesh*, (-200 +250) *mesh*, dan (-250) *mesh* dari awal proses pelindian. Kemudian sampel disaring lalu residu atau padatan yang mengendap disimpan, selanjutnya Cu terlarut akan dianalisis AAS.

Analisa Larutan Kaya

Analisa kandungan logam Cu dalam larutan kaya menggunakan metode *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS). berat logam Cu yang terkandung dalam larutan kaya dihitung menggunakan persamaan (2) (Kusdarini et al., 2023).

$$L_k = K_2 \times V_1 \quad (2)$$

Dimana L_k adalah berat logam dalam larutan kaya (g), K_2 adalah kadar Cu dalam larutan kaya (g/L), V_1 adalah volume larutan setiap pelindian (L).

Recovery Tembaga

Recovery tembaga didapatkan dari perbandingan antara berat logam Cu dalam larutan kaya dengan berat logam Cu dalam sampel bijih. Adapun rumus untuk menghitung nilai *recovery* dapat dilihat pada persamaan (3) (Kusdarini et al., 2023).

$$Recovery = \frac{L_k}{L_b} \times 100\% \quad (3)$$

Dimana L_k = berat logam dalam larutan kaya (g) dan L_b = berat logam dalam bijih (g).

HASIL

Pelindian

Kegiatan pelindian dilakukan dengan memasukkan sampel bijih tembaga sulfida sebanyak 20 g ke dalam 40 ml larutan H_2SO_4 dengan perbandingan *solid:liquid* yaitu 1:2, konsentrasi larutan yang digunakan adalah konsentrasi larutan optimum yaitu 4 M, kecepatan putaran sebesar 300 rpm menggunakan suhu ruangan yang dilakukan selama 2 jam kemudian di variasikan dengan ukuran butir (-100 +150) *mesh*, (-150 +200) *mesh*, (-200 +250) *mesh*, dan (-250) *mesh* dari awal proses pelindian yang disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Variabel Pelindian yang digunakan

Ukuran Butir (<i>mesh</i>)	Massa sampel (g)	Konsentrasi Larutan (molar)	Kecepatan putaran (rpm)	Waktu Pelindian (Jam)
(-100 +150)	20	4	300	2
(-150 +200)				
(-200 +250)				
(-250)				

Kadar Logam Cu dalam Sampel Bijih

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi ukuran butir terhadap *recovery* Cu. Berat sampel (W_s) adalah 20 g untuk setiap proses pelindian. Hasil analisa kadar logam (K_1) dari logam Cu dalam sampel batuan (disajikan pada tabel 2) menggunakan persamaan (1) dengan cara perhitungan sebagai berikut:

$$L_b \text{ Cu} = 6,2299087\% \times 20 \text{ g} = 1,24598174 \text{ g.}$$

Tabel 2. Kadar Logam (K_1) dan Berat Logam (L_b) dengan Berat Sampel (W_s) 20g

Logam	K_1 (%)	W_s (g)	L_b (g)
Cu	6,2299087	20	1,24598174

Sedangkan hasil analisa kadar logam Cu dalam larutan kaya dengan volume larutan. Berat logam Cu dalam larutan kaya (disajikan pada tabel 2) diperoleh dari persamaan (2) dengan cara perhitungan sebagi berikut:

- Ukuran Butir (-100 +150) *mesh*
 $L_k \text{ Cu} = 11,862027 \text{ g/L} \times 0,04 \text{ L} = 0,47448108 \text{ g}$
- Ukuran Butir (-150 +200) *mesh*
 $L_k \text{ Cu} = 9,65812 \text{ g/L} \times 0,04 \text{ L} = 0,3863248 \text{ g}$

3. Ukuran Butir (-200 +250) *mesh*
 $L_k \text{ Cu} = 20,531136 \text{ g/L} \times 0,04 \text{ L} = 0,82124544 \text{ g}$
4. Ukuran Butir (-250) *mesh*
 $L_k \text{ Cu} = 21,550672 \text{ g/L} \times 0,04 \text{ L} = 0,86202688 \text{ g}$

Tabel 3. Kadar Logam (K_2) dan Berat Logam Cu (L_k) dengan Volume Larutan 0,04 L

Ukuran Butir (<i>mesh</i>)	Kadar Cu (g/L)	Volume Larutan (L)	Lk (g)
(-100 +150)	11,862027	0,04	0,47448108
(-150 +200)	9,65812	0,04	0,3863248
(-200 -250)	20,531136	0,04	0,82124544
(-250)	21,550672	0,04	0,86202688

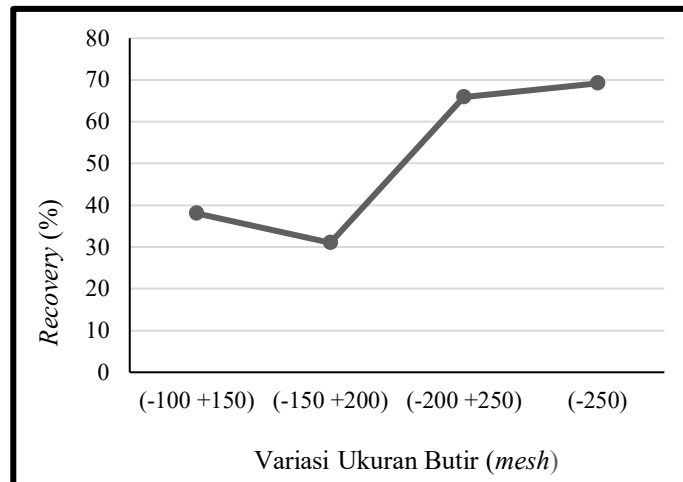
Hasil *Recovery* Tembaga

Berdasarkan Tabel 1 diperoleh berat Cu dalam sampel bijih (L_b) dan Tabel 2 diperoleh berat Cu yang terkandung dalam larutan kaya (L_k) serta %*recovery* Cu (disajikan pada tabel 3 dan gambar 1) menggunakan persamaan (3) dengan cara perhitungan sebagai berikut:

1. Ukuran Butir (-100 +150) *mesh*
Berat Cu dalam sampel bijih ($L_b \text{ Cu}$) = 1,24598174 g
Berat Cu dalam larutan kaya ($L_k \text{ Cu}$) = 0,47448108 g
 $Recovery = \frac{0,47448108}{1,24598174} \times 100\% = 38,080902\%$
2. Ukuran Butir (-150 +200) *mesh*
Berat Cu dalam sampel bijih ($L_b \text{ Cu}$) = 1,24598174 g
Berat Cu dalam larutan kaya ($L_k \text{ Cu}$) = 0,3863248 g
 $Recovery = \frac{0,3863248}{1,24598174} \times 100\% = 31,005655\%$
3. Ukuran Butir (-200 +250) *mesh*
Berat Cu dalam sampel bijih ($L_b \text{ Cu}$) = 1,24598174 g
Berat Cu dalam larutan kaya ($L_k \text{ Cu}$) = 0,82124544 g
 $Recovery = \frac{0,82124544}{1,24598174} \times 100\% = 65,911515\%$
4. Ukuran Butir (-250) *mesh*
Berat Cu dalam sampel bijih ($L_b \text{ Cu}$) = 1,24598174 g
Berat Cu dalam larutan kaya ($L_k \text{ Cu}$) = 0,86202688 g
 $Recovery = \frac{0,86202688}{1,24598174} \times 100\% = 69,184552\%$

Tabel 4. Hasil *Recovery* Tembaga

Ukuran Butir (<i>Mesh</i>)	<i>Recovery</i> (%)
(-100 +150)	38,080902
(-150 +200)	31,005655
(-200 +250)	65,911515
(-250)	69,184552



Gambar 1. Diagram Pengaruh Variasi Ukuran Butir Terhadap *Recovery* Tembaga

PEMBAHASAN

Pada hasil pengolahan data untuk % *recovery* Cu terlarut dipengaruhi oleh ukuran butir. Hal ini dibuktikan dengan didapatkannya hasil yang bervariasi sesuai dengan ukuran butir yang digunakan pada penelitian ini. Dari grafik gambar 1 dapat dilihat pada variasi ukuran butir (-100 +150) *mesh* mendapatkan perolehan sebesar 38,080902%, pada variasi ukuran butir (-150 +200) *mesh* sebesar 31,005655%, pada variasi ukuran butir (-200 +250) *mesh* sebesar 65,911515%, dan pada variasi ukuran butir (-250) *mesh* sebesar 69,184552%.

Pada grafik gambar 1 tersebut menunjukkan bahwa ukuran butir berpengaruh terhadap banyaknya logam Cu yang terlarut sehingga mempengaruhi *recovery* Cu yang didapatkan melalui pengujian menggunakan instrument AAS. Laju pelindian meningkat dengan berkurangnya ukuran dari bijih karena semakin kecil partikel maka luas permukaan per unit berat semakin besar sehingga reaksi akan semakin mudah terjadi (Saputro, 2012).

Pada grafik gambar 1 terlihat ukuran butir (-200 +250) *mesh* dan (-250) *mesh* mengalami kenaikan *recovery* Cu. Namun, hal ini berbeda pada ukuran butir (-100 +200) *mesh* yang mengalami penurunan. Hal ini biasanya disebabkan oleh banyaknya mineral pengotor yang terliberasi pada ukuran partikel tersebut sehingga pelarut yang diperlukan untuk mereaksikan Cu sudah lebih banyak dikonsumsi terlebih dahulu oleh mineral pengotor sehingga kemungkinan untuk dapat mereaksikan Cu kurang optimal. Luas permukaan berkaitan dengan distribusi ukuran butir dan karakteristik liberasi tembaga sulfida dalam umpan atau bijih yang diolah. Secara garis besar, kinetika pelarutan dapat meningkat seiring dengan berkurangnya ukuran butir bijih akibat adanya mekanisme peningkatan liberasi yang terkandung didalamnya. Namun, pengaruh sebaliknya justru dapat terjadi pada pelindian bijih dengan kandungan pengotor yang tinggi. Hal tersebut berkaitan dengan adanya peningkatan reaksi yang tidak diharapkan dari mineral pengotor yang ikut bersaing mengonsumsi kandungan Cu bebas terlarut (Prathama, 2022).

Dari pengolahan data berdasarkan grafik gambar 1 menunjukkan perolehan *recovery* Cu tertinggi adalah (-250) *mesh* sebesar 69,184552%. Hal ini membuktikan bahwa ukuran butir berpengaruh terhadap *recovery* tembaga sulfida. Hal tersebut dapat terjadi karena tembaga sulfida lebih terliberasi pada ukuran butir yang lebih kecil. Dalam dunia pertambangan, khususnya pada bagian pengolahan bahan galian nilai *recovery* merupakan parameter yang penting. Nilai *recovery* menunjukkan efisiensi dari proses pelindian yaitu pemisahan konsentrat dengan tailing (Faiza, 2023) yang mana menyatakan jumlah atau persentase mineral berharga yang dapat diambil dari umpan dan masuk ke konsentrat (Adiyatma et al., 2018). Oleh sebab itu, semakin tinggi nilai *recovery* maka semakin efisien pengolahan atau pelindian yang dilakukan.



UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada kepala Laboratorium Analisis dan Pengolahan Bahan Galian Universitas Hasanuddin yang telah membantu dalam analisis XRD, kepada kepala Laboratorium FMIPA Universitas Hasanuddin yang telah membantu dalam analisis AAS, kepada Laboratorium Pengolahan Bahan Galian Universitas Muslim Indonesia yang telah membantu dalam preparasi sampel dan kepada Laboratorium Kimia Dasar Universitas Muslim Indonesia yang telah membantu dalam proses pelindian sampel bijih tembaga sulfida.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian pelindian bijih tembaga sulfida dapat diambil kesimpulan bahwa ukuran butir berpengaruh terhadap *recovery* tembaga sulfida yang dibuktikan dengan didapaknya hasil yang bervariasi sesuai dengan ukuran butir yang digunakan. Ukuran (-100 +150), (-150 +200), (-200 +250), (-250) *mesh* mencapai *recovery* Cu secara berurutan 38,080902%, 31,005655%, 65,911515%, 69,184552%. Adapun ukuran butir paling ideal yang menghasilkan *recovery* Cu tertinggi ditunjukkan pada ukuran butir (-250) *mesh* sebesar 69,184552%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin kecil partikel maka luas permukaan per unit berat semakin besar sehingga reaksi akan semakin mudah terjadi. Dalam pertambangan khususnya pengolahan bahan galian menyatakan semakin tinggi nilai *recovery* maka semakin efisien pengolahan yang dilakukan.

Adapun saran saya untuk penelitian ini yaitu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan variasi ukuran butir di atas (-250) *mesh*. Penelitian dapat disempurnakan dengan mengolah bijih tembaga skala laboratorium menggunakan larutan pelindi yang lain seperti HCl, HNO₃, ataupun larutan asam lain sehingga bisa diperoleh jenis larutan pelindi dan kondisi operasi terbaik yang dapat menghasilkan *recovery* logam Cu tertinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiyatma, Pitulima, & Irvani. (2018). *Kajian Teknis Pengaruh Panjang Pukulan Terhadap Recovery Pencucian Bijih Timah Menggunakan Alat Pan American Jig Skala Laboratorium*. Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Bangka Belitung. Mineral, 3(1), 1–7.
- Arinaldo, P. (2016). *Pelindian Bijih Laterit dengan Asam Klorida*. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Copperleluhur. *Cara Pengolahan Tembaga*. 3 April 2021 (<https://copperleluhur.com/cara-pengolahan-tembaga/> diakses 30 Mei 2023).
- Faiza, P. R. (2023). *Optimalisasi Recovery dan Kadar Konsentrat pada Pencucian Pasir Besi Menggunakan Alat Sluice Box Skala Laboratorium*. Universitas Jambi.
- Kusdarini, E., Saleky, D. B., & Sari, A. S. (2023). *Recovery Tembaga Menggunakan Asam Sulfat*. Jurnal Geosapta, 9(1), 33.
- Prathama, J. P. C. Y. (2022). *Pengaruh Ukuran Butir dan Konsentrasi Sianida pada Agitation Leaching Terhadap Persen Perolehan Emas Tailing Sluice Box Daerah Batu Sopang Kalimantan Timur* (Issue November). Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta.
- Saputro, N. L. (2012). *Studi Pengaruh Proses Pelindian oleh Asam Sulfat Terhadap Presentase Peningkatan Kadar Tembaga pada Bijih Malsit*. Universitas Indonesia.
- Sukanto, U., Probowati, D., & Sudiyanto, A. (2015). *Proses Pengolahan dan Pemurnian Bijih Tembaga dengan Cara Konvensional dan Biomining*. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan” Pengembangan Teknologi Kimia Untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia.