# Studi Ekstraksi Tembaga dari Bijih Oksida dengan menggunakan Larutan Asam Sitrat

# Study on the Extraction of Copper from Oxide Ore with Using Citric Acid Solution

Mukhlis[1], Sufriadin[*2], Asta Arjunoarwan Hatta[3]
[1-3] Departemen Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin
Corr Author: [1]mukhlisbakri8@gmail.com, [*2]sufri.as@unhas.ac.id, [3]astaarjunoarwan@gmail.com

**ABSTRAK**

Bijih tembaga oksida merupakan bijih tembaga sekunder dengan kadar tembaga yang relatif lebih rendah namun memiliki cadangan yang besar dibandingkan dengan bijih sulfida. Pelindian tembaga dari bijih oksida menggunakan asam organik yaitu asam sitrat merupakan pendekatan baru karena pada umumnya pelindian menggunakan asam anorganik yang memiliki efek negatif terhadap lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi mineral dan kadar tembaga sampel bijih oksida serta menganalisis pengaruh waktu serta konsentrasi asam sitrat. Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode mikroskopi optis dan *X-Ray Diffraction* (XRD) untuk analisis mineralogi, serta metode *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS) untuk menentukan kadar tembaga. Percobaan pelindian tembaga dari bijih oksida dilakukan pada tekanan atmosfer. Hasil analisis mikroskopi dan XRD menunjukkan bahwa mineral yang terdapat pada sampel bijih tembaga oksida terdiri dari kalkopirit, kovelit, malasit, pseudomalasit, dan langit sebagai mineral pembawa logam Cu. Kuarsa, kaolinit, kamosit, maghemit, goetit, dan hematit juga dijumpai pada sampel sebagai mineral pengotor. Berdasarkan hasil percobaan pelindian terhadap bijih tembaga dengan asam sitrat menunjukkan bahwa *recovery* tertinggi yaitu 19,07% yang dicapai pada variabel konsentrasi 0,5 M. Sementara itu, pada pelindian dengan variabel waktu diperoleh *recovery* tertinggi sebesar 22,88% selama pelindian 4 jam.

**Kata-kata kunci**: Asam sitrat, bijih oksida, pelindian, tembaga.

**ABSTRACT**

Copper oxide ore is a secondary copper ore types with relatively lower Cu grade but it has large reserves as compared to those of sulfide ore. Copper leaching from oxide ore using organic acid such as citric acid is new approach because leaching generally utilizes inorganic acid but it has negative impact to the environment. This study aim to find out the mineral composition and Cu grade of oxide ore sample and analyze the effect of leaching time and cictric acid concentration. Analytical methods used in this study were optical microscopy and X-ray diffraction (XRD) for mineralogical analysis; whereas Atomic Absorption Spectrometry (AAS) for Cu grade determination. Leaching experiment of copper from oxide ore was performed at atmospheric pressure. Results of microscopy and XRD analyses show that minerals present in copper oxide ore sample consist of chalcopyrite, covellite, malachite, pseudomalachite, and langite. Quartz, kaolinite, chamosite, maghemite, goethite, and hematite are also found within the sample as impurities. Based on the result of leaching experiment for the copper ore using citric acid reveals that the highest recovery was 19,07% which achieved with the citric acid concentration of 0,5 M. Meanwhile, leaching with time variable was obtained the highest recovery of 22,88% which attained for 4 hour leaching.

Keywords: Citric acid, oxide ore, leaching, copper

Submitted: 12-12-2022; Revised: 06-10-2023; Accepted: 06-10-2023; Available Online: 07-10-2023
Published by: Mining Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Lambung Mangkurat
This is an open access article under the CCBYND license https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
©2023, Geosapta

## PENDAHULUAN

Tembaga dikenal sebagai salah satu logam yang paling umum digunakan di dunia. Tembaga banyak digunakan dalam industri listrik dan elektronik karena konduktivitasnya yang tinggi. Selain itu, tembaga dan paduannya digunakan dalam industri elektroteknik, mesin, komunikasi, dan penerbangan, untuk produksi dan distribusi listrik, dalam perangkat pengukuran, dalam industri kimia, dan lain-lain [1].

Logam tembaga sebagian besar ditemukan dalam kerak bumi sebagai mineral-mineral tembaga besi-sulfida seperti kalkopirit ($CuFeS_2$) dan bornit ($Cu_5FeS_4$) serta mineral-mineral tembaga sulfida seperti kalkosit ($Cu_2S$) dan kovelit (CuS). Selain itu, tembaga dalam jumlah yang lebih sedikit juga ditemukan dalam bentuk mineral-mineral oksida, natif, silikat, karbonat dan sulfat [2]. Jenis bijih tembaga yang paling umum yakni bijih tembaga sulfida dan bijih tembaga oksida diproses dengan dua metode yang berbeda, masing-masing pirometalurgi dan hidrometalurgi, karena kimia bijih yang berbeda.

Bijih tembaga oksida merupakan bijih tembaga sekunder yang kurang menarik sebagai target eksplorasi seperti bijih sulfida karena dianggap sebagai bijih bermutu rendah, dengan proporsi tembaga yang lebih rendah [3]. Namun, beberapa kasus, bijih tembaga oksida kadar rendah masih dapat ditambang secara ekonomis karena jumlah yang lebih melimpah meskipun membutuhkan lebih banyak bijih untuk diekstraksi dan diproses dibandingkan dengan bijih sulfida. Disisi lain, meskipun bijih tembaga sulfida kurang melimpah, mereka mengandung jumlah tembaga

http://dx.doi.org/10.20527/jg.v9i2.15056

yang lebih tinggi. Meskipun biaya pemrosesan lebih tinggi, pada akhirnya lebih banyak tembaga yang dapat diekstraksi.

Bijih tembaga oksida seperti malasit ($Cu_2CO_3(OH)_2$), azurit ($Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$), tenorit (CuO), dan krisokola ($CuSiO_3 \cdot 2H_2O$) umumnya diproses menggunakan hidrometalurgi karena dapat benar-benar larut dalam media asam atau basa pada suhu kamar. Agen pelindian yang paling umum untuk bijih tembaga oksida untuk proses ekstraksi hidrometalurgi adalah asam kuat seperti HCl, $HNO_3$ dan $H_2SO_4$ [4][5]. Namun, sebagian besar asam ini menyebabkan pencemaran lingkungan. Asam organik seperti asam sitrat, asetat atau oksalat dapat menjadi agen pelindian alternatif karena pelindian dilakukan pada kondisi asam sedang dan tidak mencemari lingkungan, serta mungkin merupakan agen pelindian yang lebih selektif daripada asam anorganik meskipun kemampuan melarutkannya lemah [6]. Dengan demikian, proses hidrometalurgi tahap selanjutnya dapat menjadi menguntungkan jika pengotor dalam larutan dijaga di bawah tingkat tertentu, yaitu logam tembaga dapat langsung diproduksi dengan elektrolisis tanpa memerlukan tahap pemurnian [7].

Penelitian mengenai proses pelindian tembaga dengan menggunakan pelarut organik asam sitrat dilakukan dengan konsentrasi asam 0,1 M hingga 1 M dengan waktu ekstraksi 30 menit hingga 240 menit dapat mengekstrak 30% hingga 92% tembaga dari bijih malasit [8]. Penelitian mengenai pengaruh suhu juga telah dilakukan dengan konsentrasi asam sitrat 0,5 M dapat mengekstrak hingga 97% tembaga pada suhu 40°C sampai 80°C [9]. Penelitian menggunakan *slag* tembaga hasil peleburan dengan konsentrasi asam sitrat 2 M dengan waktu ekstraksi 15 jam pada suhu 35°C dapat mengekstrak 4,47% tembaga [10].

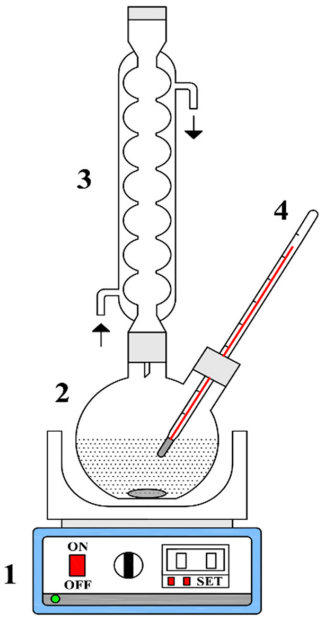
Berdasarkan hal tersebut diatas penelitian ini memfokuskan tentang pengolahan bijih tembaga oksida dengan metode pelindian menggunakan asam (*acid leaching technology*) yang merupakan salah satu metode hidrometalurgi dengan menggunakan asam lemah yaitu asam sitrat dengan memperhatikan pengaruh konsentrasi asam dan waktu ekstraksi.

## METODOLOGI

Sampel bijih tembaga oksida yang digunakan dalam penelitian berasal dari Desa Samaenre, Kecamatan Tonra, Kabupaten Bone. Bijih kemudian dihancurkan, digerus kemudian disaring menggunakan saringan standar ASTM 100 dan 200 mesh. Metode analisis mikroskop dan analisis *X-Ray Diffraction* (XRD) dilakukan untuk mengetahui karakteristik mineralogi sampel bijih oksida. Metode analisis *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS). Uji pelindian dilakukan dalam reaktor Pyrex berbentuk bola 250 mL, yang dipanaskan dengan panci berisi minyak yang dikontrol suhunya, dan kondensor graham kaca digunakan untuk mencegah penguapan.

Bijih tembaga oksida ukuran 100 mesh sebayak 15 gram dimasukkan ke dalam 150 mL asam sitrat dengan variasi konsentrasi 0,5 M; 1 M; 2 M; 4 M dan variasi waktu 1 Jam, 2 Jam, 4 Jam, 8 Jam, dengan kondisi tetap yaitu suhu 80ºC, kecepatan pengadukan 300 rpm.

Setelah proses pelindian selesai dilakukan pendinginan larutan terlebih dahulu kemudian, dilakukan penyaringan untuk memisahkan zat padat (residu) dan zat cair (*pregnant solution*) menggunakan kertas saring whatman 42 berdiameter 100 mm. Alat bantu yang digunakan dalam proses penyaringan adalah corong burchner berdiameter 100 mm, labu erlenmeyer sebagai wadah larutan hasil penyaringan, dan mesin pompa vakum untuk mempercepat proses penyaringan. Larutan *pregnant solution* selanjutnya diuji kadar tembaganya dengan menggunakan AAS, sedangkan padatan residu hasil pelindian dikeringkan kemudian dianalisis menggunakan XRD untuk mengetahui mineral setelah pelindian.




**Gambar-1.** Pengaturan percobaan pelindian: (1) *Hotplate stirrer*; (2) labu leher 3; (3) kondensor graham; (4) termometer.

## HASIL DAN DISKUSI

### Mineralogi Bijih Tembaga Oksida

Sampel bijih tembaga oksida yang digunakan sebagai sampel penelitian ini perlu diketahui komposisi dan karakteristik mineral penyusun dan kelimpahan unsurnya. Oleh karena itu, dilakukan analisis mineralogi menggunakan metode mikroskop dan *X-Ray Diffraction* (XRD) untuk mengetahui komposisi mineral yang terdapat pada sampel bijih tembaga oksida dan analisis *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS) untuk mengetahui kadar tembaga pada sampel bijih tembaga oksida. Berikut ini merupakan uraian hasil analisis mineralogi sampel berdasarkan metode yang digunakan:

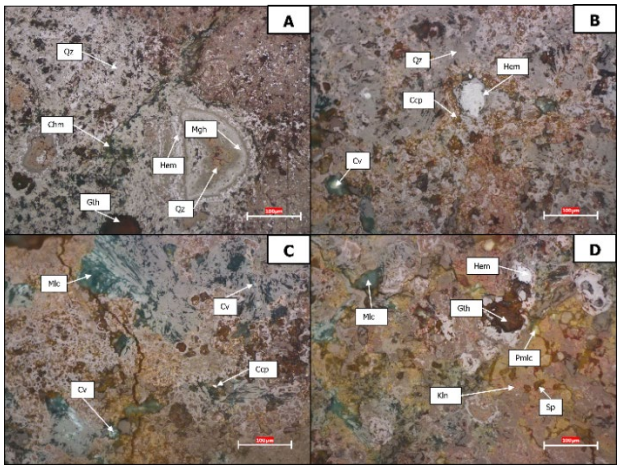
a) Hasil Analisis Mikroskopi Optis

Analisis mikroskopis dilakukan pada sampel awal penelitian yang belum direduksi ukurannya agar bentuk dan ukuran mineral yang terdapat dalam sampel masih seperti dengan kondisinya di lapangan. Hasil analisis mikroskopis pada pembesaran 100µm seperti yang terlihat pada Gambar 1 menunjukkan beberapa mineral yang terdapat dalam sampel bijih tembaga oksida.

Mineral-mineral yang terkandung dalam sampel bijih tembaga oksida berdasarkan pengamatan mikroskop yaitu kuarsa (Qz), kamosit (Chm), maghemit (Mgh), hematit (Hem), goetit (Gth), kalkopirit (Ccp), kovelit (Cv), malasit (Mlc), kaolinit (Kln), dan pseudomalasit (Pmlc). Mineral kuarsa memiliki persentase paling tinggi pada sampel mempunyai komposisi kimia ($SiO_2$), sistem kristal trigonal, berwarna abu-abu terang dengan bentuk (*anhedral-subhedral*), ukuran mineral yang tampak yaitu

http://dx.doi.org/10.20527/jg.v9i2.15056

20 µm-50 µm. Mineral kaolinit mempunyai komposisi kimia ($Al_2(Si_2O_5)(OH)_4$), sistem kristal triklin, berwarna merah pucat dengan bentuk (*anhedral-subhedral*), ukuran mineral yang tampak yaitu 50 µm-100 µm. Mineral kamosit mempunyai komposisi kimia ($(Fe^{2+}Mg,Al,Fe^{3+})_6(Si,Al)_4O_{10}(OH,O)_8$, sistem kristal monoklin, berwarna hijau gelap dengan bentuk (*anhedral-subhedral*), ukuran mineral yang tampak yaitu 10 µm-20 µm. Mineral hematit mempunyai komposisi kimia ($Fe_2O_3$), sistem kristal trigonal, berwarna putih dengan bentuk (*anhedral-subhedral*), ukuran mineral yang tampak yaitu 10 µm-100 µm. Mineral maghemit mempunyai komposisi kimia ($Fe^{3+}{}_2O_4$), sistem kristal isometrik, berwarna putih keabu-abuan dengan bentuk (*subhedral*), ukuran mineral yang tampak yaitu 20 µm-50 µm. Mineral goetit mempunyai komposisi kimia (FeO(OH), sistem kristal ortorombik, berwarna hitam kecoklatan dengan bentuk (*subhedral*), ukuran mineral yang tampak yaitu 50 µm-100 µm.




**Gambar-2.** Kenampakan mineral sampel bijih tembaga oksida hasil analisis mikroskopis.

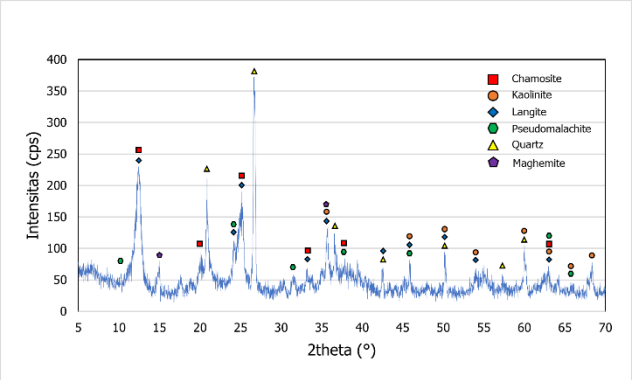
Mineral kalkopirit mempuyai komposisi kimia ($CuFeS_2$), sistem kristal tetragonal, berwarna kuning terang dengan bentuk (*subhedral*), ukuran mineral yang tampak yaitu 5 µm-10 µm. Mineral kovelit mempunyai komposisi kima (CuS), sistem kristal heksagonal, berwarna kuning mengkilap dengan bentuk (*anhedral-subhedral*), ukuran mineral yang tampak 10 µm-20 µm. Mineral malasit mempunyai komposisi kimia ($Cu_2(CO_3)(OH)_2$), sistem kristal monoklin, berwarna hijau terang dengan bentuk (*subhedral*), ukuran mineral 40 µm-100 µm. Mineral pseudomalasit mempunyai komposisi kimia ($Cu_5(PO_4)_2(OH)_4$), sistem kristal monoklin, berwarna hijau kekuningan dengan bentuk (*anhedral-subhedral*), ukuran mineral yang tampak 10 µm-50 µm. Mineral spalerit mempunyai komposisi kimia (ZnS), sistem kristal isometrik, berwarna hijau coklat dengan bentuk (*anhedral-subhedral*), ukuran mineral yang tampak 10 µm-30 µm.

b) Hasil analisis XRD sampel awal bijih tembaga oksida

Analisis XRD dilakukan untuk mengetahui komposisi mineral yang terkandung dalam sampel awal bijih tembaga oksida. Berdasarkan hasil analisis XRD diperoleh hasil berupa data difraktogram yang dapat diinterpretasikan untuk mengetahui mineral yang terkandung di dalam sampel (Gambar 3).

Berdasarkan hasil analisis XRD diperoleh hasil berupa data difraktogram mineral-mineral yang terkandung di dalam sampel bijih tembaga oksida seperti kuarsa ($SiO_2$), kaolinit ($Al_2(Si_2O_5)(OH)_4$), kamosit ($(Fe^{2+},Mg,Al,Fe^{3+})_6(Si,Al)_4O_{10}(OH,O)_8$), pseudomalasit ($Cu_5(PO_4)_2(OH)_4$) , langit ($Cu_4(SO_4)(OH)_6 \cdot 2H_2O$) , dan maghemit ($Fe^{3+}{}_2O_4$).

Berikut merupakan Tabel 1. yang menunjukkan nilai d mineral yang terkandung di dalam sampel hasil analisis dengan menggunakan XRD:




**Gambar 3** Difraktogram hasil analisis XRD sampel awal

**Tabel- 1.** Nilai d mineral yang terdapat dalam sampel

| Nama Mineral | Rumus Kimia | Nilai d (Å) |
|---|---|---|
| Kuarsa | ($SiO_2$) | 4,21; 3,32; 1,81; 1,60; 1,53 |
| Kaolinit | ($Al_2(Si_2O_5)(OH)_4$) | 2,81; 1,97; 1,69; 1,40 |
| Kamosit | ($(Fe^{2+},Mg,Al,Fe^{3+})_6(Si,Al)_4O_{10}(OH,O)_8$) | 4,30; 2,68; 2,44 |
| Pseudomalasit | ($Cu_5(PO_4)_2(OH)_4$) | 8.48; 2,97; 2,42 |
| Langit | ($Cu_4(SO_4)(OH)_6 \cdot 2H_2O$) | 3,15; 1,66; 1,47 |
| Maghemit | ($Fe^{3+}{}_2O_4$) | 5,85; 2,31 |

c) Hasil analisis AAS sampel awal bijih tembaga oksida

Analisis AAS bertujuan untuk mengetahui kadar tembaga dalam sampel awal bijih tembaga oksida. Hasil dari analisis AAS perlu dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai kadar pada larutan *pregnant solution* dengan persamaan (1)[11]. Hasil analisis AAS sampel awal dapat dilihat pada Tabel-2.

$$\%kadar = \frac{\text{Hasil AAS (mg/L)} \times \text{fp} \times \text{volume (L)}}{\text{massa sampel (mg)}} \times 100\% \quad (1)$$

**Analisis *Pregnant Solution* dan Residu Hasil Pelindian**

Setelah proses pelindian sampel bijih tembaga oksida selanjutnya dianalisis kembali menggunakan XRD untuk mengetahui perubahan yang terjadi pada mineral penyusun bijih tembaga oksida dan AAS untuk mengetahui laju ekstraksi tembaga menggunakan pelarut asam sitrat.

a) Hasil analisis AAS *pregnant solution*

Analisis AAS dilakukan untuk mengetahui kadar tembaga setelah proses pelindian sehingga dapat diketahui laju ekstraksi pelindian bijih tembaga oksida. Hasil dari analisis AAS perlu dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai kadar dengan persamaan (2) [12].

$$Recovery\% = \frac{\text{Kadar Cu hasil pelindian}}{\text{Kadar Cu sampel awal}} \times 100\% \quad (2)$$

http://dx.doi.org/10.20527/jg.v9i2.15056

**Tabel-2.** Hasil analisis kadar Cu sampel awal menggunakan AAS

| Kode Sampel | Absorban | [Cu] (mg/L) | fp (kali) | Berat sampel (G) | Volume Sampel (mL) | Kadar Cu (ppm) | Kadar Cu (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SML | 0,1975 | 23,991 | 100 | 0,5065 | 50 | 2,3604 | **2,36** |

1. Pengaruh konsentrasi asam sitrat terhadap laju ekstrasi Cu

Hasil analisis AAS kadar Cu *pregnant solution* berdasarkan pengaruh konsentrasi asam sitrat yang digunakan yaitu 0,5 M, 1 M, 2 M, dan 4 M, sedangkan kondisi tetap yaitu waktu 2 jam pada suhu 80° C dapat dilihat pada Tabel 3.

Setelah kadar Cu larutan *pregnant solution* hasil pelindian didapatkan selanjutnya dicari besar *recovery*-nya dengan persamaan (2). *Recovery* Cu berdasarkan pengaruh konsentrasi asam dapat dilihat pada Tabel-4.

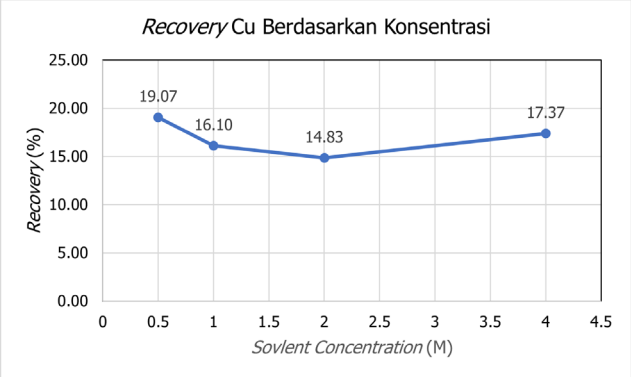
Gambar 4 menunjukkan pengaruh konsentrasi asam sitrat pada pelindian tembaga. Umumnya ada hubungan langsung antara laju ekstraksi tembaga dengan konsentrasi asam [13]. Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, *recovery* Cu tertinggi didapatkan pada konsentrasi 0,5 M sebesar 19,07%. Hasil *recovery* Cu pada konsentrasi 4 M sebesar 17,37%, konsentrasi 1 M sebesar 14,10%, dan pada konsentrasi 2 M sebesar 14,83%. Hal tersebut jelas menunjukkan bahwa laju pelindian tembaga sangat dipengaruhi oleh peningkatan konsentrasi asam [6].

**Tabel-3**. Hasil analisis kadar Cu pregnant solution berdasarkan konsentrasi asam sitrat setelah pelindian dengan menggunakan AAS

| Konsentrasi Asam Sitrat | Rata-rata Absorban | [Cu] (mg/L) | fp (kali) | [Cu] x fp (mg/L) | Berat sampel (G) | Volume Sampel (mL) | Kadar Cu (ppm) | Kadar Cu (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,5 M | 0,3782 | 4,466 | 1000 | 4466 | 15 | 150 | 4.465,748 | 0,45 |
| 1 M | 0,3239 | 3,842 | 1000 | 3842 | 15 | 150 | 3.842,327 | 0,38 |
| 2 M | 0,2936 | 3,495 | 1000 | 3495 | 15 | 150 | 3.494.834 | 0,35 |
| 4 M | 0,3482 | 4,121 | 1000 | 4121 | 15 | 150 | 4.121,316 | 0,41 |

**Tabel-4.** *Recovery* Cu berdasarkan konsentrasi asam sitrat

| Konsentarsi asam | Kadar Cu awal (%) | Kadar Cu Pelindian (%) | *Recovery* (%) |
|---|---|---|---|
| 0,5 M | 2,36 | 0,45 | 19,07 |
| 1 M | 2,36 | 0,38 | 16,10 |
| 2 M | 2,36 | 0,35 | 14,83 |
| 4 M | 2,36 | 0,41 | 17,37 |




**Gambar 4.** Grafik hubungan *recovery* Cu dengan konsentrasi asam sitrat

Berdasarkan hasil *recovery* Cu pada konsentrasi 1 M lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi 2 M, 3 M, dan 4 M, hal tersebut merupakan indikasi bahwa meskipun media asam kuat dari larutan asam sitrat, anion yang rentan untuk meningkatkan laju ektraksi tembaga dari bijih oksida tidak ada tetapi ketidakhadirannya menghindari risiko pasca pelindian serta polusi [9]. Juga, ketika konsentrasi asam melebihi nilai tertentu, jumlah ion hidrogen dalam medium dapat berkurang sehingga efek negatif dari penurunan kadar air lebih dominan daripada efek positif dari peningkatan konsentrasi asam [14]. Selain itu, perilaku ini dapat dijelaskan dengan fakta bahwa, ketika konsentrasi asam dalam medium meningkat, laju kemunculan produk meningkat, dan ketika produk mencapai nilai saturasi di dekat partikel padat, ia membentuk lapisan film produk yang sedikit larut di sekitar partikel yang dapat mengakibatkan laju disolusi menurun [15]. Mengenai hasil yang diperoleh konsentrasi asam sitrat 0,5 M dipilih sebagai konsentrasi asam optimum. Di sisi lain, jika konsentrasi asam awal rendah, jumlah besi terlarut dari bijih juga rendah karena pH larutan meningkat, mengingat ion besi adalah spesies paling merugikan yang secara negatif mempengaruhi kualitas produk akhir dan efisiensi. Pencucian besi dan spesies logam lain yang tidak diinginkan dalam bijih dapat dibatasi bila pH larutan pelindian tinggi. Dengan demikian, proses hidrometalurgi tahap selanjutnya dapat menjadi menguntungkan karena pengotor dalam larutan dijaga di bawah tingkat tertentu, yaitu logam tembaga dapat langsung diproduksi dengan elektrolisis tanpa memerlukan tahap pemurnian [6].

2. Pengaruh konsentrasi asam sitrat terhadap laju ekstrasi tembaga

Hasil analisis AAS kadar Cu bijih tembaga oksida setelah pelindian berdasarkan pengaruh waktu ekstraksi yang digunakan yaitu 1 jam, 2 jam, 4 jam, dan 8 jam, sedangkan kondisi tetap yaitu konsentrasi pelindian 2 M pada suhu 80° C dapat dilihat pada Tabel-5.

Berikut merupakan besar *recovery* Cu Tabel 6. Berdasarkan pengaruh lama waktu ekstraksi yang diperoleh dengan persamaan (2).

Gambar 6 menunjukkan pengaruh lama waktu ekstraksi pada pelindian tembaga. Meningkatkan durasi pelindian artinya meningkatkan waktu kontak mineral dan asam dan dengan demikian meningkatkan persentase ekstraksi. Tetapi setelah jangka waktu tertentu, peningkatan waktu memiliki pengaruh signifikan terhadap peningkatan persentase ekstraksi [13]. Namun, berdasarkan hasil

http://dx.doi.org/10.20527/jg.v9i2.15056

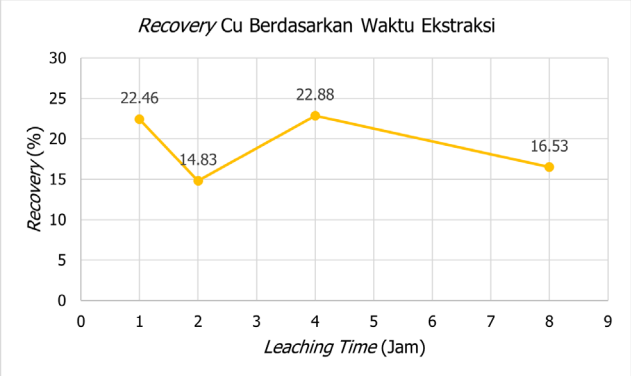
penelitian terdapat anomali dimana waktu ekstraksi 8 jam menghasilkan *recovery* Cu hanya sebesar 16,53% jauh berada di bawah waktu ekstraksi 1 jam dan 4 jam yakni sebesar 22,46% dan 22,88%, sedangkan waktu ektraksi 2 jam hanya menghasilkan *recovery* Cu sebesar 14,83%. Hal tersebut kemungkinan disebabkan karena sebaran bijih dalam sampel penelitian sangat bervariasi dan tidak merata mengingat sampel yang digunakan merupakan sampel bijih sekunder. Mengenai hasil yang diperoleh waktu ekstraksi 4 jam dipilih sebagai waktu optimum dalam proses pelindian bijih tembaga oksida.

**Tabel-5.** Hasil analisis kadar Cu bijih tembaga oksida berdasarkan lama waktu ekstrasi dengan menggunakan AAS

| Waktu Pelindian | Rata-rata Absorban | [Cu] (mg/L) | fp (kali) | [Cu] x fp (mg/L) | Berat sampel (G) | Volume Sampel (mL) | Kadar Cu (ppm) | Kadar Cu (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 Jam | 0,0807 | 1,051 | 5000 | 5255 | 15 | 150 | 5.252,58 | 0,53 |
| 2 Jam | 0,2936 | 3,495 | 1000 | 3495 | 15 | 150 | 3.494,83 | 0,35 |
| 4 Jam | 0,0839 | 1,088 | 5000 | 5440 | 15 | 150 | 5.438,19 | 0,54 |
| 8 Jam | 0,3285 | 3,896 | 1000 | 3896 | 15 | 150 | 3.895,52 | 0,39 |

**Tabel-6.** Recovery Cu berdasarkan lama waktu ekstraksi

| Waktu Pelindian | Kadar Cu awal (%) | Kadar Cu Pelindian (%) | *Recovery* (%) |
|---|---|---|---|
| 1 Jam | 2,36 | 0,53 | 22,46 |
| 2 Jam | 2,36 | 0,35 | 14,83 |
| 4 Jam | 2,36 | 0,54 | 22,88 |
| 8 Jam | 2,36 | 0,39 | 16,53 |




**Gambar-5.** Grafik hubungan *recovery* Cu dengan lama waktu ekstraksi

Berdasarkan kedua grafik *recovery* Cu dari pengaruh konsentrasi asam yang digunakan serta lama waktu yang digunakan dalam proses pelindian dapat dilihat bahwa pelindian bijih tembaga oksida dengan menggunakan pelarut asam sitrat masih memiliki kecederungan naiknya *recovery* jika variabel waktunya ditambahkan. Namun, untuk konsentrasi asam sitrat yang digunakan sebaiknya menggunakan konsentrasi asam yang tidak terlalu pekat agar pelindian dapat berlangsung dengan lebih selektif dan tetap menghasilkan *recovery* yang tinggi, walaupun dengan menambah konsentrasi asam menunjukkan kecenderungan *recovery* yang diperoleh meningkat.

b) Hasil analisis XRD residu bijih tembaga oksida

Analisis XRD untuk sampel residu dilakukan sebanyak tujuh kali dengan kondisi percobaan 0,5 M 2 Jam; 1 M 2 Jam; 2 M 2 jam; dan 4 M jam serta 2 M 1 jam, 2 M 4 jam, dan 2 M 8 jam.

Grafik hasil XRD residu hasil penelitian dengan variabel uji konsentrasi asam sitrat dan waktu pelindian yang ditunjukkan pada Gambar-6 terdapat mineral kuarsa, kaolinit, kamosit, langit, maghemit, dan pseudomalasit. Hal ini menunjukkan bahwa baik pelindian dengan variabel uji konsentrasi asam sitrat dan waktu pelindian tidak terjadi perubahan mineral saat proses pelindian berlangsung. Meskipun tidak ada perubahan mineral namun terjadi perubahan intensitas mineral yang ada pada sampel yang disebabkan oleh larutnya mineral tersebut saat proses pelindian berlangsung.

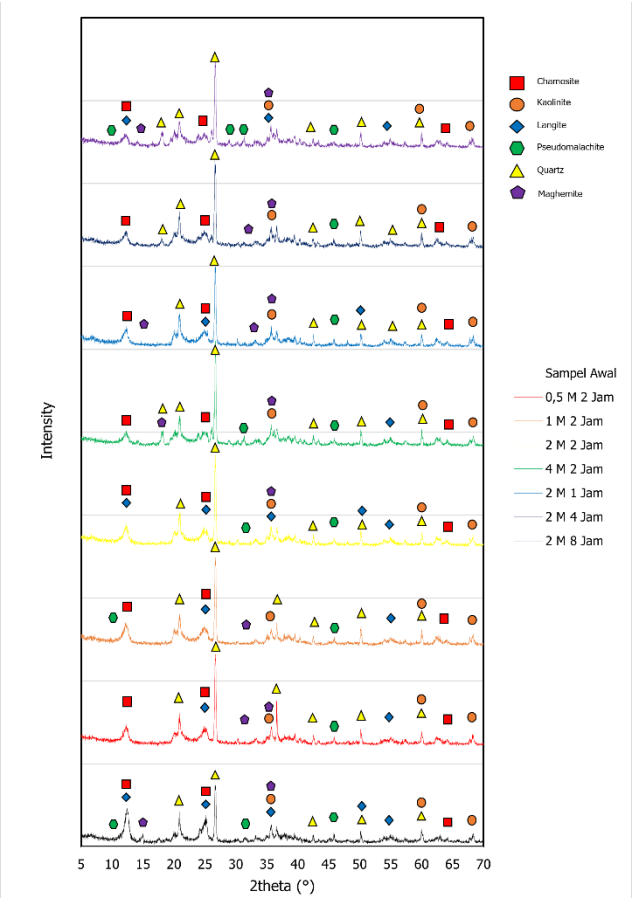
Grafik hasil analisis XRD menunjukkan adanya penurunan *peak* pada mineral pembawa tembaga yaitu pseudomalasit dan langit. Penurunan *peak* pada mineral pseudomalasit dan langit dikarenakan pada saat proses pelindian mineral pseudomalasit dan langit terlindi oleh asam sitrat walaupun hanya sebagian. Berdasarkan hasil analisis XRD juga terlihat kuarsa tidak mengalami penurunan *peak,* hal terjadi karena mineral kuarsa ini tidak larut selama proses pelindian. Mineral filosilikat yang mengandung logam seperti kamosit dan kaolinit juga mengalami penurunan intensitas *peak* yang menandakan mineral-mineral tersebut juga larut dalam jumlah yang kecil. Berdasarkan hasil analisis XRD juga diketahui terdapat mineral oksida besi yaitu maghemit yang juga mengalami penurunan intensitas *peak* dikarenakan terdisolusi oleh asam sitrat dalam jumlah yang kecil pula.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil analisis mikroskopis yang dilakukan pada sampel awal bijih tembaga oksida menunjukkan bahwa mineral-mineral penyusun terdiri dari beberapa kalkopirit, kovelit, malasit, dan pseudomalasit sebagai mineral pembawa tembaga, mineral-mineral lain seperti kuarsa, kaolinit, maghemit, goetit, hematit, dan kamosit sebagai pengotornya. Berdasarkan hasil analisis XRD sampel awal juga mengandung mineral pembawa tembaga yang lain yaitu langit ($Cu_4(SO_4)(OH)_6 \cdot 2H_2O$). Hasil analisis AAS menunjukkan kadar logam tembaga yang terdapat pada sampel awal yaitu sebesar 23.604,36 ppm atau 2,36 %.
2. Hasil percobaan pelindian dengan konsentrasi asam sitrat sebagai variabel bebasnya menggunakan waktu pelindian 2 jam, diperoleh *recovery* tembaga tertinggi pada konsentrasi 0,5 M yaitu sebesar 19,07%.
3. Hasil percobaan pelindian dengan waktu sebagai variabel bebasnya menggunakan konsentrasi pelarut 2 M, diperoleh *recovery* tembaga tertinggi pada waktu pelindian 4 jam yaitu sebesar 22,88%.

http://dx.doi.org/10.20527/jg.v9i2.15056




**Gambar-6.** Difraktogram hasil XRD sampel dan residu hasil pelindian analisis mikroskopis.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan ucapan terima kasih kepada Ketua Departemen Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin yang telah memberi dukungan dalam memfasilitasi kegiatan penelitian ini. Terima kasih kepada Kepala Desa Samaenre, Kecamatan Tonra, Kabupaten Bone yang telah memberikan izin untuk mengambil sampel penelitian. Terima kasih juga disampaikan kepada Akmal Saputno, S.T., yang membantu dalam menganalisis sampel dengan metode XRD.

## DAFTAR ACUAN

[1] M. E. Arzutug, M. M. Kocakerim, and M. Copur. 2004. Leaching of malachite ore in NH3-saturated water. *Ind. Eng. Chem. Res.*, vol. 43, no. 15, pp. 4118–4123.

[2] M. E. Schlesinger, M. J. King, K. C. Sole, and W. G. Davenport. 2011. Hydrometallurgical Copper Extraction. in *Extractive Metallurgy of Copper*. Elsevier.

[3] P. A. J. Lusty and S. D. Hannis. 2009. Commodity Profile: Copper.

[4] D. Bingöl and M. Canbazoğlu. 2004. Dissolution kinetics of malachite in sulphuric acid. *Hydrometallurgy*. vol. 72, no. 1–2, pp. 159–165.

[5] D. Bingöl, M. Canbazoğlu, and S. Aydoğan. 2005. Dissolution kinetics of malachite in ammonia/ammonium carbonate leaching. *Hydrometallurgy*, vol. 76, no. 1–2, pp. 55–62.

[6] M. K. Tanaydın, N. Demirkıran, and A. Ekmekyapar. 2020. Kinetic Model of Copper Leaching From a Malachite Ore By Acetic Acid Solutions. *J. Chem. Technol. Metall.*, vol. 55, pp. 852–859.

[7] P. D. Oudenne and F. A. Olson. 1983. Leaching kinetics of malachite in ammonium carbonate solutions. *Metall. Trans. B*, vol. 14, no. 1, pp. 33–40.

[8] M. A. Shabani, M. Irannajad, and A. R. Azadmehr. 2012. Investigation on leaching of malachite by citric acid. *International Journal of Minerals. Metallurgy and Materials*. vol. 19, no. 9. pp. 782–786.

[9] N. Habbache, N. Alane, S. Djerad, and L. Tifouti. 2009. Leaching of copper oxide with different acid solutions. *Chem. Eng. J.*, vol. 152, no. 2–3, pp. 503–508.

[10] P. Meshram, L. Bhagat, U. Prakash, B. D. Pandey, and Abhilash. 2017. Organic acid leaching of base metals from copper granulated slag and evaluation of mechanism. *Can. Metall. Q.*, vol. 56, no. 2, pp. 168–178.

[11] C. Supriyanto and T. S. Susana. 2006. Validasi Metode F-AAS untuk Memperoleh Jaminan Mutu pada Analisis Unsur Cd, Cu, Cr, Pb, dan Ni dalam Contoh Uji Limbah Cair *: Pros. PPIPDIPTN*, pp. 121–125.

[12] B. Wisudyaningsih. 2015. Studi Preformulasi : Validasi Metode Spektrofotometri Ofloksasin dalam Larutan Dapar Fosfat. *Stomatognatic J. Kedokt. Gigi*, vol. 9, no. 2, pp. 77–81.

[13] M. A. Shabani, M. Irannajad, and A. Azadmehr. 2015. Investigation on Leaching of Copper Oxide Ore by Environmentally Friendly Methods. *Sci. Q. J. Geosci.*

[14] M. Hurşit, O. Laçin, and H. Saraç. 2009. Dissolution kinetics of smithsonite ore as an alternative zinc source with an organic leach reagent. *J. Taiwan Inst. Chem. Eng.*, vol. 40, no. 1, pp. 6–12.

[15] V. M. Imamutdinova. 1967. Kinetics of Dissolution of Borates in Mineral Acid Solutions. *Zh. Prikl. Khim.* vol. 40, pp. 2593–2596.