



Optimasi Presipitasi Besi dari Pelindian Bijih Laterit Menggunakan H_2SO_4

Dina Abas^{1*}, Akram La Kilo¹, Kostiawan Sukamto¹

¹Universitas Negeri Gorontalo, Gorontalo 96554, Indonesia

*Corresponding author: dinaabas14@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.34312/je.v20i1.32398>

Abstrak

Penelitian ini bertujuan mengoptimalkan proses presipitasi besi dari larutan hasil pelindian bijih laterit menggunakan larutan asam sulfat. Presipitasi dilakukan dengan metode pengaturan pH bertahap menggunakan reagen $CaCO_3$ untuk memisahkan besi secara selektif tanpa mengganggu keberadaan logam lain yang bernilai. Bijih laterit diperoleh dari Desa Siuna, Kecamatan Pagimana, Sulawesi Tengah, dan dilindi untuk menghasilkan larutan kaya logam (PLS). Proses presipitasi dilakukan dalam dua tahap, yaitu pada pH 1,5 dan pH 3,5, dengan suhu masing-masing $90^\circ C$ dan $70^\circ C$. Hasil analisis menggunakan Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) menunjukkan penurunan konsentrasi besi dari 119,58 ppm menjadi 0,434 ppm dengan efisiensi presipitasi sebesar 99,63%. Analisis X-Ray Diffraction (XRD) menunjukkan bahwa endapan yang dihasilkan memiliki tingkat kristalinitas sebesar 65,1%. Hasil ini menunjukkan bahwa metode presipitasi bertahap menggunakan $CaCO_3$ efektif untuk menghilangkan besi dari larutan pelindian laterit. Metode ini dapat digunakan sebagai tahap awal dalam pemurnian bijih laterit untuk aplikasi skala laboratorium maupun industri.

Kata kunci: Presipitasi besi; bijih laterit; asam sulfat; $CaCO_3$; efisiensi

Abstract

This study aims to optimize the iron precipitation process from the sulfuric acid leachate of laterite ore. Precipitation was carried out through a staged pH adjustment method using $CaCO_3$ to selectively separate iron without affecting the presence of other valuable metals. Laterite ore was obtained from Siuna Village, Pagimana District, Central Sulawesi, and leached to produce a metal-rich solution (PLS). The precipitation process was conducted in two stages at pH 1.5 and 3.5, with temperatures of $90^\circ C$ and $70^\circ C$, respectively. Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) analysis showed a decrease in iron concentration from 119.58 ppm to 0.434 ppm, achieving a precipitation efficiency of 99.63%. X-Ray Diffraction (XRD) analysis indicated that the resulting precipitate had a crystallinity of 65.1%. These results demonstrate that the staged precipitation method using $CaCO_3$ is effective for iron removal from laterite leach solutions. This method is suitable as a preliminary stage for laterite ore purification in both laboratory and industrial applications.

Keywords: iron precipitation; laterite ore; sulfuric acid; $CaCO_3$; efficiency

The format cites this article in APA style:

Abas, D., La Kilo, A., & Sukamto, K. (2025). Optimasi Presipitasi Besi dari Pelindian Bijih Laterit Menggunakan H_2SO_4 . *Jurnal Entropi*, 20(1), 1-5. <https://doi.org/10.34312/je.v20i1.32398>

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara dengan cadangan bijih laterit terbesar di dunia yang berpotensi sebagai sumber logam besi (A. Afif, 2018). Pelindian bijih laterit

dengan pelarut asam seperti H_2SO_4 dapat melarutkan besi dalam jumlah signifikan, membentuk larutan kaya logam atau Pregnant Leach Solution (PLS) yang memerlukan penanganan lanjutan untuk menghindari

kontaminasi proses hilir (Das & Li, 2023; Putri, 2024). Salah satu pendekatan yang umum digunakan adalah presipitasi kimia, di mana reagen basa seperti CaCO_3 dinilai lebih ramah lingkungan dan ekonomis dibandingkan reagen lain seperti NaOH atau Ca(OH)_2 (Besenhard et al., 2020; Korchef & Touaibi, 2020). Pengaruh pH dan suhu pada efisiensi presipitasi telah dibuktikan dalam berbagai studi, di antaranya oleh (Lagrow et al., 2019) dan (Chorney & Chemtob, 2023), yang menunjukkan bahwa pembentukan senyawa kristalin seperti goethite ($\alpha\text{-FeOOH}$) sangat tergantung pada kondisi reaksi. Namun, sebagian besar studi masih terbatas pada satu tahap presipitasi, dan belum banyak yang mengintegrasikan proses dua tahap secara optimal (Safitri, 2016). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengoptimalkan proses presipitasi besi secara bertahap dari larutan pelindian bijih laterit menggunakan H_2SO_4 dengan reagen CaCO_3 , sebagai inovasi dalam peningkatan efisiensi penghilangan besi dan kualitas endapan yang dihasilkan.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Jenis Penelitian Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorium dengan pendekatan kuantitatif, yang bertujuan untuk mengoptimalkan proses presipitasi besi dari larutan hasil pelindian bijih laterit menggunakan asam sulfat (H_2SO_4) melalui pengaturan pH bertahap (Amaliah, 2021).

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari hingga Maret 2025 di Laboratorium Kimia Dasar dan Laboratorium Material, Universitas Negeri Gorontalo.

Target/Subjek Penelitian

Subjek dalam penelitian ini adalah larutan hasil pelindian bijih laterit (Pregnant Leach Solution/PLS). Sampel bijih laterit diperoleh dari Desa Siuna, Kecamatan Pagimana, Kabupaten Banggai, Sulawesi Tengah. Sampel dikeringkan, digerus, dan

diayak hingga lolos ayakan 65 mesh sebelum dilakukan proses pelindian (Ode Sartifa et al., 2022).

Prosedur

Bijih laterit sebanyak 300 mL dilindi menggunakan larutan H_2SO_4 4,5 M pada suhu 95°C selama 4 jam dengan pengadukan konstan, kemudian disaring untuk memperoleh PLS.

Presipitasi besi dilakukan dalam dua tahap. Tahap pertama dilakukan dengan menambahkan CaCO_3 25% (w/w) secara perlahan untuk mengatur pH hingga 1,5, dengan suhu 90°C selama 2,5 jam. Setelah penyaringan, larutan sisa diproses pada tahap kedua dengan pengaturan pH hingga 3,5 menggunakan CaCO_3 12,5% (w/w), suhu 70°C , dan penambahan H_2O_2 dua kali stoikiometri untuk mengoksidasi Fe^{2+} menjadi Fe^{3+} . Endapan yang terbentuk disaring dan dicuci dengan air distilasi, kemudian dikeringkan untuk analisis.

Data, Instrumen, dan Teknik Pengumpulan Data

Data utama yang dikumpulkan adalah konsentrasi besi terlarut sebelum dan sesudah presipitasi, serta karakteristik kristal hasil endapan. Instrumen yang digunakan antara lain adalah Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) untuk analisis konsentrasi besi, dan X-Ray Diffraction (XRD) untuk analisis fasa kristalin serta tingkat kristalinitas endapan. Seluruh sampel disiapkan dalam kondisi standar laboratorium dan dianalisis di bawah pengendalian kualitas yang ketat.

Teknik Analisis Data

Data konsentrasi besi hasil AAS dianalisis untuk menghitung efisiensi presipitasi menggunakan rumus persentase penurunan massa logam terlarut. Sementara itu, data XRD digunakan untuk mengidentifikasi fasa utama hasil presipitasi dan menentukan derajat kristalinitas endapan besi. Hasil analisis digunakan untuk menilai efektivitas proses presipitasi secara kuantitatif dan kualitatif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis terhadap proses presipitasi besi dari larutan hasil pelindian bijih laterit menunjukkan penurunan konsentrasi besi yang sangat signifikan. Proses dilakukan dalam dua tahap pengaturan pH menggunakan reagen CaCO_3 , yang bertujuan untuk mengoptimalkan efisiensi presipitasi.

Efektivitas metode presipitasi dua tahap ini diperkuat oleh hasil-hasil studi terdahulu yang menunjukkan bahwa pengendalian pH dan suhu sangat menentukan efisiensi pemisahan besi dari larutan. (Lagrow et al., 2019) dan (deng et al., 2020) mencatat bahwa penggunaan reagen basa dan pengaturan pH secara bertahap menghasilkan presipitat oksida besi yang stabil. Dalam konteks desain sistem, (Eljamal et al., 2020) menekankan bahwa proses presipitasi yang dioptimalkan mampu meningkatkan laju pemisahan logam dari larutan tanpa memerlukan perlakuan tambahan.

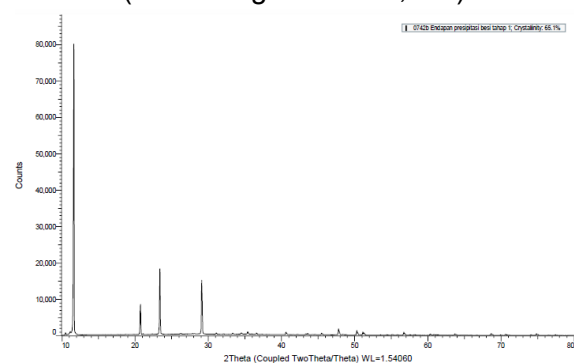
Sintesis fasa goethite dari sumber besi limbah melalui presipitasi juga berhasil dilakukan oleh Nisa et al., (2019) dan Puspita et al., (2022), memperkuat potensi pendekatan ini dalam berbagai aplikasi. Penentuan derajat kristalinitas melalui metode Scherrer dari pola XRD, sebagaimana dijelaskan oleh Fatimah et al., (2022), menjadi alat penting dalam mengukur kualitas struktur endapan yang dihasilkan. Pendekatan eksperimental semacam ini juga memiliki relevansi dalam pendidikan teknik proses, sebagaimana dikemukakan oleh (Bordonga et al., 2018). Data hasil uji AAS dari kedua tahap pengolahan disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hasil presipitasi besi

Tahap	Konsentrasi (ppm)	Efisiensi Presipitasi
Awal	119,58	99,13%
Setelah tahap 1 (pH 1,5; 90°C)	1,253	
Setelah Tahap 2 (pH 3,5; 70°C)	0,434	66,74%
Total		99,63%

Dari Tabel 1, terlihat bahwa pada tahap pertama, penurunan konsentrasi Fe dari 119,58 ppm menjadi 1,253 ppm menghasilkan efisiensi presipitasi sebesar 99,13%. Proses ini berlangsung pada pH 1,5 dan suhu 90°C, yang terbukti efektif dalam memisahkan sebagian besar ion besi dari larutan. Hasil ini sejalan dengan temuan (DENG et al., (2020) dan Puspita et al., (2022), yang menunjukkan bahwa kondisi pH rendah dan suhu tinggi mempercepat pembentukan presipitat besi, terutama dalam bentuk oksida atau hidroksida. Pada tahap kedua, sisa besi sebesar 1,253 ppm kembali dipresipitasi pada pH 3,5 dan suhu 70°C, menghasilkan penurunan konsentrasi hingga 0,434 ppm, dengan persen presipitasi sebesar 66,74% terhadap sisa besi tahap pertama. Tahap ini juga didukung oleh peran H_2O_2 sebagai agen oksidator yang mengubah Fe^{2+} menjadi Fe^{3+} , meningkatkan kecenderungan ion besi untuk membentuk endapan (Eljamal et al., 2020; Fatimah et al., 2022). Secara keseluruhan, presipitasi bertahap ini menghasilkan efisiensi total sebesar 99,63%, yang memperkuat efektivitas pendekatan dua tahap dalam mengelola kandungan logam dalam pelindian, sebagaimana juga dijelaskan dalam prinsip-prinsip pemisahan logam berbasis presipitasi kimia oleh (Bordonga et al., 2018).

Karakteristik endapan hasil presipitasi dianalisis menggunakan X-Ray Diffraction (XRD). Gambar 1 menunjukkan pola difraksi XRD dari hasil presipitasi besi yang telah dihaluskan (smoothing factor = 0,153).



Gambar 1. Grafik difraktogram XRD

Hasil XRD menunjukkan adanya puncak-puncak difraksi yang mengarah pada terbentuknya fasa goethite (α -FeOOH), yang merupakan bentuk umum endapan besi hasil presipitasi dalam kondisi asam. Tingkat kristalinitas sebesar 65,1% mengindikasikan struktur padatan yang cukup teratur. Hal ini sejalan dengan studi terdahulu yang menyatakan bahwa kondisi pH dan suhu sangat mempengaruhi pembentukan fasa kristalin besi selama presipitasi (Lagrow et al., 2019; Nisa et al., 2019). Selain itu, oksidasi Fe^{2+} menjadi Fe^{3+} berkontribusi terhadap kestabilan termodinamik pembentukan fasa goethite (Chorney & Chemtob, 2023). Dukungan dari penelitian sebelumnya oleh (Wicaksana & Rachman, 2018) dan referensi dari jurnal terkait proses presipitasi (Chorney & Chemtob, 2023) menguatkan bahwa pendekatan dua tahap ini sangat relevan untuk penghilangan besi secara efisien dari pelindian bijih laterit.

Dengan demikian, pendekatan presipitasi dua tahap tidak hanya memberikan efisiensi tinggi dalam pemisahan besi dari PLS, tetapi juga menghasilkan endapan dengan kualitas kristalin yang baik, yang berpotensi digunakan sebagai bahan baku material berbasis besi.

KESIMPULAN

Presipitasi besi dari larutan pelindian bijih laterit menggunakan H_2SO_4 secara bertahap dengan reagen CaCO_3 terbukti efektif, menghasilkan efisiensi presipitasi sebesar 99,63% dan endapan dengan kristalinitas 65,1%. Metode ini dapat direkomendasikan sebagai tahapan awal pemurnian bijih laterit pada skala laboratorium maupun industri.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Laboratorium Kimia Dasar dan Laboratorium Material Universitas Negeri Gorontalo atas dukungan fasilitas dan sarana yang diberikan selama penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada dosen

pembimbing dan seluruh pihak yang telah membantu proses pelaksanaan serta penyusunan artikel ini hingga selesai.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Afif, F. (2018). Studi Sintesis Nanopartikel Nikel dari Larutan Presipitasi Besi, Kobalt, Nikel dengan Metode Sol-Gel. *Skripsi Universitas Sultan Ageng Tirtayasa*, 53–54.
- Amaliah, F. N. (2021). *Pemanfaatan Cangkang Kerang Darah (Anadara granosa) untuk Menurunkan Kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) dalam Air*. 1–58.
- Besenhard, M. O., LaGrow, A. P., Hodzic, A., Kriechbaum, M., Panariello, L., Bais, G., Loizou, K., Damilos, S., Margarida Cruz, M., Thanh, N. T. K., & Gavriilidis, A. (2020). Co-precipitation synthesis of stable iron oxide nanoparticles with NaOH: New insights and continuous production via flow chemistry. *Chemical Engineering Journal*, 399, 1–20. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2020.125740>
- Bordonga, J., Fromm, E., & Ernst, E. W. (1993). *Journal of Engineering Education*. 82(1), 3–8.
- Chorney, A. P., & Chemtob, S. M. (2023). Iron precipitation under controlled oxygen flow: Mineralogical implications for BIF precursors in the Archean ocean. *Chemical Geology*, 618. <https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2022.121279>
- Das, G. K., & Li, J. (2023). Iron Removal as Goethite from Synthetic Laterite Leach Solutions. *ACS Omega*, 8(13), 11931–11940. <https://doi.org/10.1021/acsomega.2c07595>
- Deng, z. Gan, yang, f., wei, c., zhu, b. Ping, zeng, p., li, x. Bin, li, c. Xiong, & li, m. ting. (2020). Transformation behavior of ferrous sulfate during hematite precipitation for iron removal. *Transactions of Nonferrous Metals Society of China (English Edition)*, 30(2), 492–500. [https://doi.org/10.1016/S1003-6326\(20\)65229-3](https://doi.org/10.1016/S1003-6326(20)65229-3)
- Eljamal, O., Thompson, I. P., Maamoun, I.,

- Shubair, T., Eljamal, K., Lueangwattanapong, K., & Sugihara, Y. (2020). Investigating the design parameters for a permeable reactive barrier consisting of nanoscale zero-valent iron and bimetallic iron/copper for phosphate removal. *Journal of Molecular Liquids*, 299, 1–22. <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2019.112144>
- Fatimah, S., Ragadhita, R., Al Husaeni, D. F., & Nandiyanto, A. B. D. (2022). How to Calculate Crystallite Size from X-Ray Diffraction (XRD) using Scherrer Method. *ASEAN Journal of Science and Engineering*, 2(1), 65–76. <https://doi.org/10.17509/ajse.v2i1.37647>
- Korchef, A., & Touaibi, M. (2020). Effect of pH and temperature on calcium carbonate precipitation by CO₂ removal from iron-rich water. *Water and Environment Journal*, 34(3), 331–341. <https://doi.org/10.1111/wej.12467>
- Lagrow, A. P., Besenhard, M. O., Hodzic, A., Sergides, A., Bogart, L. K., Gavrilidis, A., & Thanh, N. T. K. (2019). Unravelling the growth mechanism of the co-precipitation of iron oxide nanoparticles with the aid of synchrotron X-Ray diffraction in solution. *Nanoscale*, 11(14), 6620–6628. <https://doi.org/10.1039/c9nr00531e>
- Nisa, C., Aini, N., & Khoiroh, L. M. (2019). Sintesis Pigmen Geothit (α -FeOOH) dari Limbah Industri Kerajinan Besi dengan Metode Presipitasi. *Alchemy*, 7(2), 40. <https://doi.org/10.18860/al.v7i2.4928>
- Ode Sartifa, W., Harimu, L., & Ode Mulyana, W. (2022). variasi konsentrasi asam klorida (hcl) dan lama perendaman slag nikel dalam proses leaching serta variasi volume nh₄ oh untuk mengendapkan besi (Fe). *Jurnal Ilmu Kimia Dan Pendidikan Kimia*, 11, 84–89. <http://ojs.uho.ac.id/index.php/SAINS>
- Puspita, R., Ninasafitri, N., & Ente, M. R. (2022). Characteristics of Ultramafik Rock and Nickel Laterite Distribution in Siuna Area, Pagimana, Banggai, Central Sulawesi. *Jurnal Geoelebes*, 6(1), 93–107. <https://doi.org/10.20956/geoelebes.v6i1.18523>
- Putri, L. A. (2024). Optimasi proses pelindian dan kinetika pelindian lantanum, serium, praseodimium dan neodimium dari logam tanah jarang hidroksida menggunakan asam asetat.
- Safitri, N. (2016). Studi Presipitasi Nikel Hidroksida dari Larutan Hasil Pelindian Bijih Limonit Sorowako dalam Larutan Asam Sulfat. 22114015.
- Wicaksana, A., & Rachman, T. (2018). Pemisahan logam nikel, kobalt dan mangan dari mixed hydroxide precipitate (MHP) dengan metode ekstraksi pelarut. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 3(1), 10–27. <https://medium.com/@arifwicaksanaa/pe ngertian-use-case-a7e576e1b6bf>