

Pengaruh Konsentrasi Asam Sitrat terhadap Persen Recovery Nikel pada Proses *Leaching* Bijih Nikel Laterit

Muh. Azis Albar J.-1^a, Nurul Afifah Utami-2^a, Irhamni Nuhardin-3^{b*}, Ardiansah-4^a

^aProgram Studi Teknik Kimia Mineral, Politeknik Industri Logam Morowali,

^bProgram Studi Teknologi Rekayasa Metalurgi, Politeknik Dewantara
Jalan Trans Sulawesi, Desa Labota, Kec. Bahodopi, Kab. Morowali, Indonesia
Jalan K.H. Ahmad Razak 2 No. 7, Kota Palopo, Indonesia

*Email : irhamni.in@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini mengevaluasi pengaruh konsentrasi asam sitrat terhadap persen *recovery* nikel pada proses *leaching* bijih nikel laterit (limonit) dengan kondisi operasi tetap. Variasi konsentrasi asam sitrat yang diuji adalah 0,5 M; 1,0 M; dan 2,0 M, sedangkan parameter operasi dijaga konstan pada suhu 80 °C, waktu *leaching* 60 menit, dan rasio padat-cair 1:5. Preparasi bijih dilakukan melalui pengeringan, penghancuran, dan pengayakan pada ukuran 100, 150, dan 200 mesh. Kandungan nikel awal bijih dianalisis dengan XRF sebesar 1,67%. Persen *recovery* dihitung berdasarkan neraca massa-konsentrasi antara umpan dan residu. Hasil menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi asam sitrat meningkatkan persen *recovery* pada seluruh ukuran partikel. Rentang persen *recovery* yang diperoleh adalah 74,45–78,29%, dengan nilai tertinggi pada konsentrasi 2,0 M dan ukuran partikel 200 mesh (78,29%), serta nilai terendah pada konsentrasi 0,5 M dan ukuran 100 mesh (74,45%).

Kata Kunci : *Asam Sitrat; Leaching; Nikel Laterit; Persen Recovery; XRF*

1. Latar Belakang

Nikel merupakan logam strategis yang banyak dimanfaatkan dalam produksi baja tahan karat dan paduan non-ferro karena ketahanan korosi serta sifat termal, listrik, dan magnetiknya. Dalam skala global, sekitar 70% sumber daya bijih nikel dikategorikan sebagai nikel laterit, sehingga pengembangan teknologi ekstraksi yang efisien untuk bijih kadar rendah menjadi isu penting dalam industri metalurgi [3].

Proses *leaching* (pelindian) termasuk rute hidrometalurgi yang umum diterapkan pada bijih laterit; namun kinerja proses dipengaruhi oleh ukuran partikel, suhu, jenis pelarut, konsentrasi pelarut, dan waktu kontak [10,16]. Pada sisi lain, penggunaan pelarut yang lebih ramah lingkungan

menjadi perhatian untuk menekan potensi dampak lingkungan dari asam anorganik.

Asam sitrat adalah asam organik yang mudah larut dalam air serta mampu membentuk kompleks dengan ion logam, termasuk Ni²⁺, sehingga berpotensi meningkatkan kelarutan nikel pada proses *leaching* [2,18]. Konsentrasi asam sitrat dapat memengaruhi laju reaksi *leaching* melalui peningkatan keasaman dan ketersediaan agen kompleksan, meskipun peningkatan konsentrasi dapat mencapai titik jenuh pada kondisi tertentu [2].

Berdasarkan pertimbangan tersebut, penelitian ini memfokuskan evaluasi pengaruh konsentrasi asam sitrat terhadap persen *recovery* nikel laterit pada kondisi operasi tetap (80 °C; 60 menit; rasio padat-cair 1:5) pada skala laboratorium, dengan

dukungan analisis kadar nikel menggunakan XRF.

2. Metodologi

Bahan utama berupa bijih nikel laterit jenis limonit. Pereaksi leaching menggunakan asam sitrat dengan variasi konsentrasi 0,5 M; 1,0 M; dan 2,0 M. Analisis kadar nikel dilakukan menggunakan X-ray Fluorescence (XRF). Rangkaian proses leaching menggunakan labu leher lima yang dihubungkan dengan kondensor dan pemanas hot plate-magnetic stirrer, serta pemisahan padat-cair dilakukan melalui filtrasi vakum menggunakan corong Buchner dan pompa vakum.

Penelitian menggunakan rancangan satu faktor utama, yaitu variasi konsentrasi asam sitrat (0,5 M; 1,0 M; 2,0 M) pada kondisi operasi tetap. Bijih dipreparasi menjadi tiga fraksi ukuran partikel (100, 150, 200 mesh) untuk memantau respons terhadap preparasi bahan. Parameter operasi dijaga konstan pada suhu 80 °C, waktu leaching 60 menit, dan rasio padat-cair 1:5. Variabel respon adalah persen recovery nikel (%R).

Bijih dikeringkan, dihancurkan, dan diayak hingga diperoleh fraksi 100, 150, dan 200 mesh. Larutan asam sitrat disiapkan sesuai molaritas yang ditetapkan. Proses leaching dilakukan dengan mengontakkan bijih dan larutan asam sitrat pada suhu 80 °C selama 60 menit. Setelah leaching, campuran dipisahkan melalui filtrasi vakum untuk memperoleh residu padatan. Kadar nikel pada umpan dan residu dianalisis menggunakan XRF.

Persen recovery nikel dihitung berdasarkan neraca massa-konsentrasi antara umpan dan residu (Persamaan 1), dengan m_0 = massa umpan; c_0 = konsentrasi awal; m_i = massa residu; dan c_i = konsentrasi setelah ekstraksi.

$$\%R = ((m_0 \cdot c_0 - m_i \cdot c_i) / (m_0 \cdot c_0)) \times 100\%$$

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil analisis XRF pada bijih umpan menunjukkan kandungan Ni sebesar 1,67%

dengan dominasi Fe₂O₃ dan SiO₂ (Tabel 1). Komposisi ini mengindikasikan karakter bijih laterit yang kaya oksida besi, sehingga pemilihan kondisi pelindian dan agen pengompleks menjadi relevan untuk meningkatkan perolehan nikel [9].

Tabel 1. Komposisi Kimia Bijih Nikel Laterit berdasarkan XRF

Komponen	Kadar (%)
SiO ₂	32,08
MgO	4,88
Cr ₂ O ₃	2,93
Al ₂ O ₃	5,46
Fe ₂ O ₃	43,03
CaO	0,40
P ₂ O ₅	0,09
S	0,02
Ni	1,67
MnO	1,36
Co	0,10
TiO ₂	1,45
V	0,16
Zn	0,01
Sr	0,01
Ba	0,04
Total	99,69

Kadar nikel pada residu padatan setelah leaching bervariasi terhadap kombinasi ukuran partikel dan konsentrasi asam sitrat (Tabel 2). Data residu digunakan sebagai input perhitungan persen recovery melalui Persamaan 1.

Tabel 2. Kadar Nikel Residu Setelah Leaching (Analisis XRF)

Ukuran Partikel (mesh)	Konsentrasi Asam Sitrat (M)	Kadar Ni Residu (%)
100	0,5	0,81
100	1,0	1,07
100	2,0	1,54
150	0,5	0,96
150	1,0	1,22
150	2,0	1,64
200	0,5	1,04
200	1,0	1,35
200	2,0	1,73
100	0,5	0,81

Persen recovery nikel meningkat seiring kenaikan konsentrasi asam sitrat pada seluruh ukuran partikel (Tabel 3). Kecenderungan ini sejalan dengan peran konsentrasi dalam meningkatkan keasaman larutan dan ketersediaan agen kompleksan, sehingga memperkuat pelarutan Ni²⁺ [2].

Tabel 1. Persen recovery nikel (%) pada variasi konsentrasi asam sitrat dan ukuran partikel

Ukuran Partikel (mesh)	%R pada 0,5 M	%R pada 1,0 M	%R pada 2,0 M
100	74,45	75,70	77,77
150	75,66	76,05	78,05
200	76,39	76,45	78,29

Nilai persen recovery tertinggi diperoleh pada konsentrasi 2,0 M dengan ukuran partikel 200 mesh (78,29%), sedangkan nilai terendah diperoleh pada konsentrasi 0,5 M dengan ukuran 100 mesh (74,45%). Peningkatan recovery pada konsentrasi yang lebih tinggi menunjukkan bahwa rentang konsentrasi yang diuji masih berada pada wilayah peningkatan efektivitas pelindian, sebelum terjadinya kejenuhan yang dilaporkan dapat terjadi pada kondisi tertentu [2].

4. Kesimpulan

Konsentrasi asam sitrat berpengaruh terhadap persen recovery nikel pada proses leaching bijih nikel laterit pada kondisi operasi tetap. Peningkatan konsentrasi dari 0,5 M menjadi 2,0 M meningkatkan persen recovery pada seluruh ukuran partikel yang diuji, dengan rentang 74,45–78,29%. Kondisi terbaik pada penelitian ini dicapai pada konsentrasi 2,0 M dan ukuran partikel 200 mesh dengan persen recovery 78,29%.

Daftar Pustaka

[1] Ahmad W. Laterite: Fundamental of chemistry, mineralogy, weathering processes, formation and exploration. PT Internasional Nickel; 2006.
 [2] Astuti W, Hirajima T, Sasaki K, Okibe N. Comparison of effectiveness of citric acid and other acids in leaching of low-

grade Indonesian saprolitic ores. *Jurnal Teknik Mineral*. 2016;85:1-16.

- [3] Dalvi AD, Bacon WG, Osborne RC. The past and the future of nickel laterites. PDAC 2004 International Convention, Trade Show, & Investor Exchange; 2004.
 [4] Gupta CK. *Chemical Metallurgy: Principles and Practices*. Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KgaA; 2003.
 [5] Kareem SO, Rahman RA. Utilization of banana peels for citric acid production by *Aspergillus niger*. *Agriculture and Biology Journal of North America*. 2011:384-387.
 [6] Kementerian ESDM. Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2004 tentang Peningkatan Nilai Tambah Mineral melalui Kegiatan Pengolahan dan Pemurnian Mineral di Dalam Negeri (ditetapkan 11 Januari 2014). 2021.
 [7] Kuck PH. Nickel. U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries; 2012.
 [8] Kusuma GD. Pengaruh reduksi roasting dan konsentrasi leaching asam sulfat terhadap recovery nikel dari bijih limonite. Skripsi. Universitas Indonesia; 2012.
 [9] McDonald RG, Whittington BI. Atmospheric acid leaching of nickel laterites review. Part II. Chloride and biotechnologies. *Hydrometallurgy*. 2008;91(1-4):56-69.
 [10] Mukhtar M, Arninda A, Diana S. Pengaruh konsentrasi terhadap persen recovery nikel laterit pada proses pelindian. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri IX*; 2022.
 [11] Redho O, Nabila MA, Suers AH. Fermentasi buah markisa (*Passiflora*) menjadi asam sitrat. *Teknik Kimia*; 2020.
 [12] Prameswara G, Trisnawati I, Mulyono P, Prasetya A, Petrus HTBM. Leaching behavior and kinetic of light and heavy rare earth elements (REE) from zircon

- tailings in Indonesia. JOM. 2021;73(4):988-998.
- [13] Prasetyo P. Sumber daya mineral di Indonesia khususnya bijih nikel laterit dan masalah pengolahannya sehubungan dengan UU Minerba 2009. Prosiding Semnastek; 2016.
- [14] Shofi AS. Pembuatan nickel pig iron (NPI) dari bijih nikel laterite Indonesia menggunakan blast furnace LIPI di UPT Balai Pengolahan Mineral Lampung-LIPI. Laporan Akhir Insentif Riser SINas; 2013.
- [15] Siregar NK. Ekstraksi nikel laterit Soroako menggunakan asam sulfat. Skripsi. Universitas Islam Indonesia; 2017.
- [16] Tyassena FYP, Sari Y, Yusuf AAIS. Pengaruh partikel terhadap %recovery pada proses leaching bijih nikel laterit asal Pulau Kabaena Sulawesi Tenggara. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri IX; 2022.
- [17] Tzeferis PG. Leaching of nickel and iron from Greek non-sulphide nickeliferous ores by organic acids. Hydrometallurgy. 1994;36:345-360.
- [18] Wanta KC. Kinetika proses leaching nikel laterit Pomalaa dengan menggunakan asam sitrat sebagai leachant. Tesis. Universitas Gadjah Mada; 2016.
- [19] Wibisono DK. Ekstraksi Ni, Fe, Co dan Mn dari bijih laterit melalui pelindian menggunakan asam nitrat. Skripsi. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah; 2017.
- [20] Wilson ID, Cooke M, Poole CF, Adlard ER. Encyclopedia of Separation Science. UK: Astra Zeneca; 2000.