

Penggunaan Metode Leaching Dengan Variasi Temperatur Larutan Asam (HNO₃ Dan CH₃COOH) Yang Optimum Untuk Memperoleh Recovery Nikel Maksimum Pada Industri Logam Morowali

Mac Kensey Gogo Pasaribu, Rasmi Sitohang, Saut Situmorang

Program Studi Teknik Industri Institut Sains Dan Teknologi TD. Pardede Medan
Program Studi Teknik Elektro Institut Sains Dan Teknologi TD. Pardede Medan
Jl. DR.TD.Pardede No. 8, Medan

mackensey@gmail.com, rasmisitohang@istp.ac.id, sautsitumorang@istp.ac.id

ABSTRAK

Salah satu mineral logam yang banyak dimanfaatkan dalam industri kimia dan memiliki nilai jual yang tinggi adalah nikel. Nikel merupakan salah satu mineral logam yang bernilai jual tinggi dan banyak dimanfaatkan dalam bidang industri kimia. Nikel banyak dimanfaatkan sebagai *electroplanting*, baterai isi ulang dan 65% digunakan sebagai bahan baku *stainless steel*. Nikel memiliki sifat tahan korosi dan tahan pada temperatur tinggi sehingga ruang lingkup penggunaannya luas dalam berbagai industri. Nikel sebagai mineral yang tersedia di alam terdapat dalam wujud Bijih Laterit (Oksida) dan Bijih Sulfida. Pada penelitian ini dilakukan proses ekstraksi menggunakan asam nitrat dan asam asetat. Salah satu metoda yang digunakan untuk mendapatkan persen recovery nikel proses ekstraksi. Proses ekstraksi dilakukan dengan variasi temperatur mulai dari 60°C, 70 °C, 80 °C, 90 °C, 100 °C dan 110 °C pada masing-masing asam. Penelitian dilakukan untuk menentukan temperatur optimum terhadap persentase *recovery* proses CH₃COOH. Penelitian dilakukan dengan preparasi sampel dan analisa kadar menggunakan Spektrofotometer XRF. Filtrat hasil proses ekstraksi dianalisa menggunakan AAS agar mengetahui kandungan hasil proses ekstraksi untuk selanjutnya diolah data demi mendapatkan temperatur optimum terhadap persen *recovery* proses ekstraksi. Dari hasil penelitian didapatkan temperatur optimum terhadap persen *recovery* proses ekstraksi nikel menggunakan asam nitrat yaitu 100°C dengan persen *recovery* sebesar 17,66%. Dan pada asam asetat didapat temperatur optimum yaitu 100°C dengan persen *recovery* sebesar 2,66%.

Kata Kunci: *Ekstraksi Nikel; Nikel Laterit; Larutan HNO₃; Larutan CH₃COOH; X-Ray Fluorescence*

I. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang Masalah

Nikel merupakan salah satu mineral logam yang bernilai jual tinggi dan banyak dimanfaatkan dalam bidang industri kimia. Terdapat 70% Bijih Laterit di dunia. Namun penggunaan atau pemakaian bijih nikel sampai saat ini cenderung kepada bijih sulfida mencapai angka sebesar 60%.

Hal tersebut harus dimanfaatkan dengan proses Benefisiasi yang baik pula agar mendorong perekonomian dan menjadikan Bijih Laterit sebagai mineral yang bernilai jual tinggi. Proses Benefisiasi adalah upaya meningkatkan kandungan suatu mineral logam yang merupakan bahan baku untuk mendapatkan konsentrasi. Proses pengolahan ini dapat dilakukan dengan 3

cara yaitu Pirometalurgi, Hidrometalurgi dan Elektrometalurgi. Namun pada proses Elektrometalurgi masih belum banyak dilakukan mengingat berbagai keterbatasan. Hidrometalurgi dapat dilakukan dengan beberapa metode pelindian seperti HPAL (*High Pressure Acid Leaching*), AL (*Atmospheric Leaching*), *In-Situ Leaching* atau lebih sering dikenal sebagai *Leaching in Site* dan beberapa jenis pelindian lain dalam proses pengolahan mineral. Proses *Leaching* umumnya dilakukan dengan menggunakan larutan asam kuat sebagai pelarut logam yang ingin dimurnikan. Namun proses ini dapat juga dilakukan dengan menggunakan asam lemah seperti CH_3COOH . Proses *Leaching* dilakukan dengan memperhatikan beberapa faktor yang dapat mempengaruhi hasil ekstraksi seperti konsentrasi larutan asam, temperatur proses pelindian, kecepatan pengadukan, jenis pelarut proses pelindian dan ukuran partikel. **Pada penelitian ini dilakukan proses *Leaching* dengan menggunakan larutan HNO_3 (Asam Nitrat) dan CH_3COOH (Asam Asetat) sebagai pelarut dan dilakukan dalam beberapa variasi temperatur.** Bijih Laterit terlebih dahulu dipreparasi dengan Crusher dan Ball Mill lalu dianalisa menggunakan XRF (*X-Ray Fluorescence*) sebelum dilakukan proses *Leaching*. Kemudian filtrat hasil *Leaching* akan dianalisa menggunakan AAS (*Atomic*

Absorption Spectrophotometer). Hal ini dilakukan untuk mencari bentuk perlakuan paling efektif dan hasil *Leaching* Bijih Laterit terbaik.

1.1. Identifikasi masalah

Didalam penelitian ini proses pemulihan (recovery) nikel dari biji laterit atau limbah dilakukan dengan proses leaching yaitu metode ekstraksi padat-cair yang menggunakan larutan HNO_3 (Asam Nitrat) dan CH_3COOH (Asam Asetat) sebagai pelarut. Salah satu faktor penting untuk mendapatkan persentase recovery nikel maksimum dalam proses leaching adalah temperatur pelindian atau temperatur molarutkan zat padat dalam cairan untuk memisahkan komponen yang diinginkan, dimana temperatur ini dapat dilakukan dalam beberapa variasi, dengan batas temperatur minimum yang diperbolehkan adalah 60°C dan temperatur maksimum adalah 110°C . Sehingga nantinya setiap variasi temperatur pelindihan tersebut akan dianalisis untuk mengetahui seberapa besar jumlah persentasi recovery nikel yang diperoleh dari proses ekstraksi tersebut.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan hasil identifikasi permasalahan diatas, maka permasalahannya dapat dirumuskan sebagai berikut: temperatur manakah dari setiap variasi temperatur pelindihan yang digunakan (60°C , 70°C , 80°C , 90°C , 100°C dan 110°C) yang dapat

menghasilkan persentase recovery nikel maksimum. Atau temperature pelarut manakah yang optimum (yang terbaik) dari setiap variasi temperature tersebut untuk menghasilkan persentase recovery nikel maksimum. Atau dalam judul tugas akhir: *Penggunaan Metode Leaching dengan variasi temperatur larutan asam HNO₃ dan CH₃COOH yang optimum untuk menghasilkan recovery nikel maksimum.*

II. Metodologi Penelitian

2.1. Waktu Dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di PT. BDM dan Laboratorium kimia Politeknik Industri Logam Morowali Sulawesi Tengah pada bulan Mei sampai dengan Juni 2025.

2.2. Peralatan Dan Bahan

2.2.1. Peralatan Yang Digunakan

Hot plate, digunakan untuk meningkatkan temperatur proses pelindian. Neraca analitik untuk mengukur massa bijih laterit. Corong, digunakan sebagai wadah proses filtrasi hasil ekstraksi. Spatula digunakan untuk menuangkan sampel. Batang pengaduk digunakan untuk mengaduk campuran. Ball mill, digunakan untuk mengecilkan partikel sampel dengan proses penghancuran dengan tumbukan bola baja. Magnetic stirrer, digunakan untuk menghomogenkan larutan dalam labu didih. Kertas saring digunakan dalam proses filtrasi. Erlenmeyer digunakan sebagai wadah dalam proses filtrasi. Labu pengencer, digunakan dalam

menghasilkan recovery nikel maksimum.

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut: Menentukan temperatur optimum larutan HNO₃ (Asam Nitrat) terhadap persen recovery nikel hasil ekstraksi. Menentukan temperatur optimum larutan CH₃COOH (Asam Asetat terhadap persen recovery nikel hasil ekstraksi.

proses pengenceran. Termometer digunakan untuk mengukur suhu. Labu didih, digunakan sebagai wadah dalam proses ekstraksi. Gelas kimia dan gelas ukur, digunakan sebagai wadah larutan. Gegep besi, digunakan untuk memindahkan sampel hasil pemanasan. Pipet tetes digunakan untuk mengambil larutan dalam jumlah kecil. Pipet volum, digunakan untuk mengukur volume larutan. Furnace, digunakan untuk memanaskan bijih laterit. Desikator, digunakan untuk menurunkan temperatur sampel hasil pemanasan.

2.2.2. Bahan - Bahan Yang Digunakan

Adapun bahan yang digunakan adalah ; bijih laterit Morowali, HNO₃, CH₃COOH, aquades, *aluminium foil* dan tisu.

2.3. Variabel Penelitian

Adapun yang menjadi variabel bebas pada penelitian ini adalah variasi temperatur proses pelindian, sedangkan Variabel terikat pada penelitian ini adalah persen recovery hasil proses ekstraksi, dan

variable tetapnya adalah konsentrasi larutan asam.

2.4. Metode Pengumpulan Data

Untuk mendapatkan data dalam penelitian ini adalah pengamatan secara langsung dilaboratorium dengan bahan dan peralatan seperti yang dijelaskan. Selanjutnya adalah studi dokumentasi.

2.5. Metode Pengolahan Dan Analisis Data

Untuk menganalisis kadar mineral laterit dari masing-masing unsur, (yakni untuk mengetahui persen kandungan awal mineral dari setiap unsur) sebelum proses ekstraksi, adalah menggunakan spectrometer XRF, dimana untuk menkonversi satuan data hasil analisa kadar bijih laterit dari satuan persen (%) ke parts per million (ppm) untuk setiap unsur.

digunakan rumus berikut; Kadar Unsur (ppm) = $\frac{\text{Kadar Unsur} (\%)}{100 \%} \times \text{Berat Sampel (ppm)} \left(\frac{\text{mg}}{1} \right)$. Misalnya untuk kadar nikel:

Kadar Nikel (ppm) = $\frac{\text{Kadar Nikel} (\%)}{100 \%} \times$

Berat Sampel (ppm) $\left(\frac{\text{mg}}{1} \right)$. Nilai 1 ppm = 1 mg/l. Dengan cara atau rumus yang sama, demikian juga dilakukan terhadap kadar unsur-unsur yang lainnya. Sedangkan hasil analisis filtrat hasil ekstraksi menggunakan Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) dalam satuan ppm. Untuk pengenceran larutan, digunakan rumus berikut: $V_1 \times M_1 = V_2 \times$

M_2 . Dimana, V_1 adalah Volume sebelum pengenceran, V_2 adalah Volume setelah/sesudah pengenceran, M_1 adalah Molaritas sebelum pengenceran dan M_2 adalah Molaritas sesudah pengenceran. Untuk menghitung atau menentukan persentase recovery nikel dari masing-masing pelarut (HNO_3 dan CH_3COOH) pada setiap variabilitas temperatur yang ditetapkan, dapat dihitung dengan cara membagi jumlah nikel yang diperoleh dengan jumlah nikel yang diharapkan, kemudian dikalikan dengan 100%, seperti rumus berikut: Recovery Nikel (%) = $\frac{\text{Kadar Nikel Setelah Proses Ekstraksi (K}_a\text{)}}{\text{Kadar Nikel Sebelum Proses Ekstraksi (K}_x\text{)}} \times 100 \%$

2.6. Tahapan-Tahapan Penelitian (prosedur)

Proses Pemanasan, disini dilakukan pengeringan menggunakan oven untuk menghilangkan kadar air permukaan pada bijih laterit. Proses Penggerusan, penggerusan dilakukan dengan menggunakan ball mill dan dilakukan pengayakan sehingga didapat ore dengan ukuran partikel sebesar 250 mesh. Tujuan proses ini adalah untuk membebaskan ikatan mekanis antara mineral berharga dan kotorannya serta meningkatkan luas permukaan dari mineral berharga agar dapat digunakan dalam proses selanjutnya secara maksimal, contohnya proses Hidrometalurgi.. Dalam proses ekstraksi

umumnya menggunakan sampel berukuran 100-300 mesh. Proses Pelindian larutan asam dengan konsentrasi 6 M. Kemudian larutan asam dimasukkan larutan asam 6M sebanyak 200ml ke dalam labu didih. Larutan yang berada pada labu didih lalu dipanaskan labu didih menggunakan hotplate hingga mencapai temperatur (60°C, 70 °C, 80 °C, 90 °C, 100 °C dan 110 °C). Dimasukkan bijih laterit ke dalam labu didih sebanyak 50 gram dan

III. Hasil Penelitian

Tabel. 3.1. Data Hasil Analisa Kandungan Unsur Dari Bijih Laterit Morowali Sebelum Proses Ekstraksi Dengan X-Ray Fluorescence

NO	UNSUR	KADAR (m/m%)
1	Fe	60,41
2	Mg	15,20
3	Si	14,48
4	Ni	5,32
5	Mn	1,96
6	Cr	1,40
7	Ca	1,03
8	Zn	0,132
9	Nb	0,0335
10	Mo	0,0188
11	Sn	0,0083
12	In	0,0083

Tabel.3.2. Hasil Analisa Unsur Nikel Dari Proses Ekstraksi Menggunakan Larutan HNO₃ Pada Variasi Temperatur 60 s/d 110 °C Dengan Atomic Absorption

NO	Temperatur (°C)	Kadar Nikel (ppm)
1	60	1708
2	70	1752
3	80	2195
4	90	2282
5	100	2464
6	110	2350

Tabel. 3.3. Data Variasi Temperatur Pelindian (Min. 60 °C dan Maks. 110 °C

Data Temperatur Pemanasan Larutan (°C)					
60 °C	70 °C	80 °C	90 °C	100 °C	110 °C

Tabel. 3.4. Data Konsentrasi Larutan Asam Dan Jumlah Dalam Proses Pelindian

Deskripsi Larutan Asam	Satuan
Konsentrasi	6 M
Jumlah	200 ml

--	--

Tabel. 3.5. Data Molaritas Yang digunakan

Deskripsi	Molaritas
Konsentrasi Larutan yang digunakan Untuk HNO_3 68 %	16,3
Konsentrasi Larutan yang digunakan Untuk CH_3COOH 99%	17,3

Tabel. 3.6. Data Jumlah Bijih Laterit Setiap Kali Percobaan Dan Kecepatan Penyalaan Magnetik Stirrer

Deskripsi
Bijih laterit yang dimasukkan kedalam labuh didih (setiap kali percobaan) adalah 50 Garam
Kecepatan penyalaan magnetic stirrer 700 rpm

IV. Pembahasan

4.1.1. Perhitungan Molaritas HNO_3

68 %

1. Molaritas HNO_3 68 %

Diketahui Molaritas HNO_3 68 % = 16,3 M, Pengenceran untuk mendapatkan HNO_3 6M sebanyak 200 ml. $V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$.

$$V_1 = \frac{M_2 \times V_2}{M_1}, V_1 = \frac{6 \times 200}{16,3} = 74 \text{ ml}$$

2. Molaritas CH_3COOH 99 %

Diketahui Molaritas CH_3COOH 99 % adalah 17,3 M. Pengenceran untuk mendapatkan CH_3COOH 6M sebanyak 200 ml. $V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$. $V_1 = \frac{M_2 \times V_2}{M_1}$.

$$V_1 = \frac{6 \times 200}{17,3} = 69,3 \text{ ml}$$

4.1.2. Perhitungan Kadar Bijih Laterit

Untuk Setiap Unsur

Perhitungan ini dimaksudkan adalah untuk mengkonversi satuan data hasil analisa kadar bijih laterit dari satuan persen (%) ke parts per million (ppm) pada masing-masing unsur. Dari table 4.1, yaitu data hasil analisa kandungan unsur dari bijih laterit morowali sebelum proses ekstraksi

dengan X-Ray Fluorescence diketahui bahwa kadar unsur besi (Fe) dalam (m/m%), adalah 60,41. Kemudian kadar besi tersebut diubah dari satuan persen ke (ppm). Hasilnya adalah sebagai berikut:

1. Perhitungan Kadar Besi dengan merubah satuan (%) ke (ppm)

$$\text{Kadar Besi (ppm)} = \frac{\text{Kadar Nikel (\%)}}{100 \%} \times$$

Berat Sampel (ppm). Kadar Nikel (ppm) adalah $\frac{60,41 \%}{100 \%} \times \frac{50 \text{ g}}{200 \text{ ml}}$. Kadar Besi

$$(\text{ppm}) = \frac{60,41 \%}{100 \%} \times \frac{50000 \text{ mg}}{0,21} \text{. Kadar Besi}$$

$$(\text{ppm}) = \frac{60,41 \%}{100 \%} \times 250000 \text{ (ppm). Kadar Besi}$$

$$(\text{ppm}) = 151025 \text{ (ppm). Kadar Besi}$$

Mangnesium dengan merubah satuan (%) ke (ppm)

$$\text{Kadar Mangnesium (ppm)} =$$

$$\frac{\text{Kadar Mangnesium (\%)}}{100 \%} \times \text{Berat Sampel (ppm).}$$

$$\text{Kadar Mangnesium (ppm)} = \frac{15,20 \%}{100 \%} \times$$

$$\frac{50 \text{ g}}{200 \text{ ml}} \text{. Kadar Mangnesium (ppm)} =$$

$$\frac{15,20 \%}{100 \%} \times \frac{50000 \text{ mg}}{0,21} \text{. Kadar Mangnesium}$$

(ppm)= $\frac{15,20\%}{100\%} \times 250000$ (ppm). Kadar Magnesium (ppm)= 38000 (ppm)

2. Perhitungan Kadar Silikon

Perhitungan Kadar silicon dengan merubah satuan (%) ke (ppm). Kadar Silikon (ppm) adalah $\frac{\text{Kadar Silikon}(\%)}{100\%} \times$

Dengan cara perhitungan yang sama untuk merubah satuan % ke satuan (ppm) demikian juga perhitungannya dilakukan untuk kadar unsur yang lainnya seperti;

Tabel.4.1. Data Hasil analisis kandungan unsur dari bijih laterit Morowali dengan X-Ray Fluorescence (Sebelum Proses Ekstraksi)

NO	UNSUR	KADAR (m/m%)	Kadar (ppm)
1	Fe	60,41	151025
2	Mg	15,20	38000
3	Si	14,48	36200
4	Ni	5,32	13300
5	Mn	1,96	4900
6	Cr	1,40	3500
7	Ca	1,03	2575
8	Zn	0,132	330
9	Nb	0,0335	83,75
10	Mo	0,0188	47
11	Sn	0,0083	20,75
12	ln	0,0083	20,75

4.1.3. Perhitungan Persentase Recovery (%)

P

erhitungan persen recovery unsur nikel dari masing-masing temperature proses ekstraksi menggunakan pelarut HNO_3 dan pelarut CH_3COOH digunakan rumus berikut: Recovery Nikel (%) = $\frac{\text{Kadar Nikel Setelah Proses Ekstraksi (Ka)}}{\text{Kadar Nikel Sebelum Proses Ekstraksi (Kx)}} \times 100\%$

1. Dengan Menggunakan Pelarut HNO_3

Berat Sampel (ppm). Kadar Silikon (ppm) adalah $\frac{14,48\%}{100\%} \times \frac{50\text{ g}}{200\text{ ml}}$. Kadar Silikon (ppm) adalah $\frac{14,48\%}{100\%} \times \frac{50000\text{ mg}}{0,21}$. Kadar Silikon (ppm) adalah $\frac{14,48\%}{100\%} \times 250000$ (ppm). Kadar Silikon (ppm) = 36200 (ppm) magnesium, mangan, kromium, kalsium, niobium, molibdenun, timah, dan kadar indium. Dan hasilnya dapat dilihat pada

table 4.1

Tabel.4.1. Data Hasil analisis kandungan unsur dari bijih laterit Morowali dengan X-Ray Fluorescence (Sebelum Proses Ekstraksi)

Pelarut HNO_3 Dengan Temperatur 60°C . Recovery Nikel dalam (%) adalah $\frac{1708}{13300} \times 100\% = 12,84\%$. Pelarut HNO_3 Dengan Temperatur 70°C . Recovery Nikel dalam (%) adalah $\frac{1752}{13300} \times 100\%$ adalah $13,17\%$. Dengan cara perhitungan yang sama, demikian juga perhitungannya dilakukan untuk temperature: 80°C , 90°C ,

100°C, 110°C, dan hasilnya dapat dilihat pada table 4.2.

2. Dengan Menggunakan Pelarut CH₃COOH

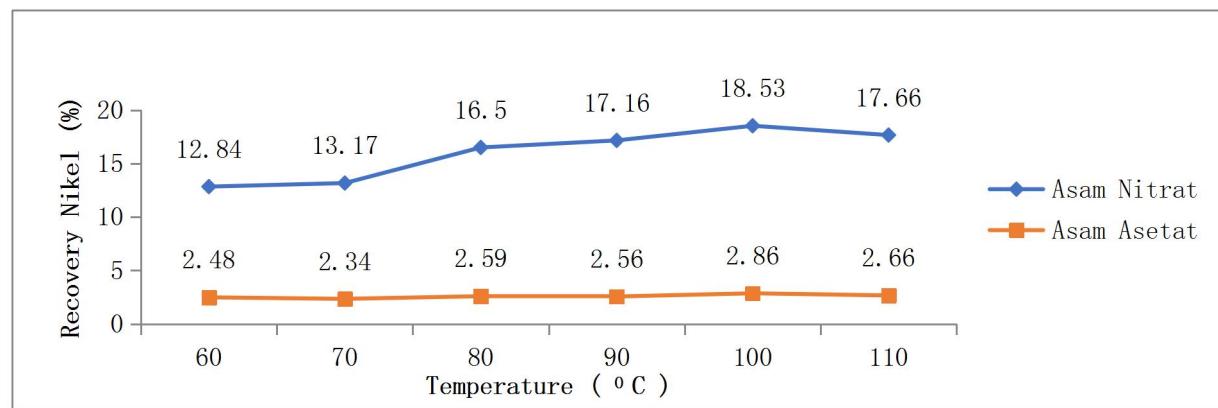
Pelarut CH₃COOH dengan Temperatur 60°C. Nilai atau hasil Recovery Nikel dalam (%) adalah $\frac{330}{13300}$ dikalikan 100 %

sama dengan 2,48 %. Demikian juga untuk Tabel 4.2. Persentase Recovery Nikel Hasil Proses Ekstraksi Menggunakan Larutan HNO₃

No	Temperatur (°C)	Recovery Nikel (%)
1	60	12,84
2	70	13,17
3	80	16,50
4	90	17,16
5	100	18,53
6	110	17,66

Tabel 4.3. Persentase Recovery Nikel Hasil Proses Ekstraksi Menggunakan Larutan CH₃COOH

No	Temperatur (°C)	Recovery Nikel (%)
1	60	2,48
2	70	2,34
3	80	2,59
4	90	2,56
5	100	2,86
6	110	2,66



Gambar 4.1. Grafik fungsi temperatur terhadap persen recovery nikel hasil ekstraksi

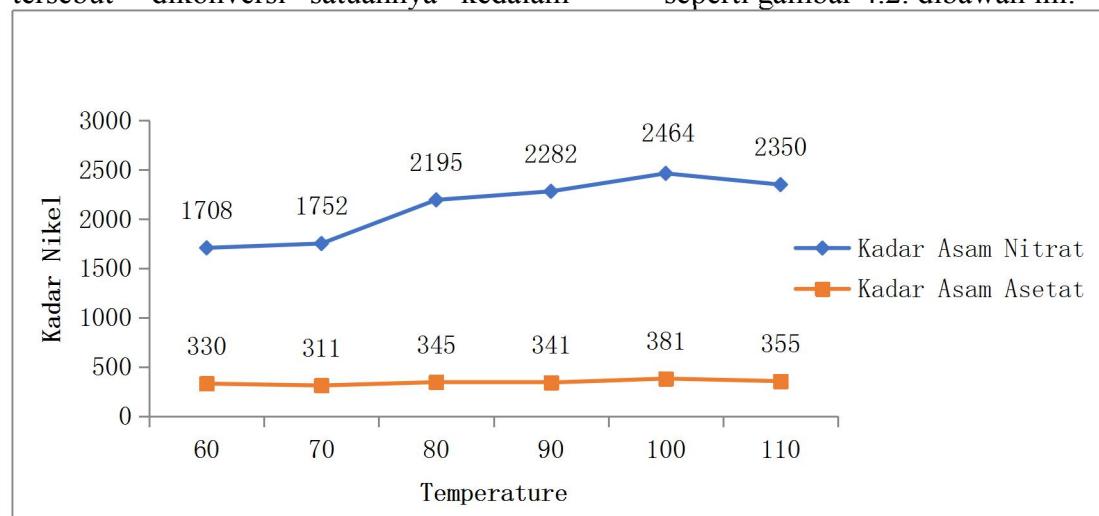
Penelitian ini dilakukan dengan untuk tujuan menentukan temperatur optimum dalam proses *Leaching* yang menggunakan pelarut HNO₃ (Asam Nitrat) dan

Pelarut CH₃COOH dengan Temperatur 70°C, maka nilai Recovery Nikel dalam (%) adalah $\frac{311}{13300} \times 100\%$ sama dengan 2,34 %. Dengan cara perhitungan yang sama, demikian juga perhitungannya dilakukan untuk temperature: 80°C, 90°C, 100°C, 110°C, dan hasilnya dapat dilihat pada table 4.2. table 4.3. dan gambar 4.1. Tabel 4.2. Persentase Recovery Nikel Hasil Proses Ekstraksi Menggunakan Larutan HNO₃

CH₃COOH (Asam Asetat) terhadap persen *recovery* unsur nikel hasil ekstraksi. Dan untuk mengetahui kandungan awal mineral sebelum dilakukan proses ekstraksi, maka

terlabih dahulu dilakukan analisa kadar mineral laterit dengan Spektrometer XRF. Data hasil analisa spektrometer XRF dapat dilihat pada Tabel 4.1. Data hasil analisa kadar bijih laterit dalam persen tersebut, kemudian dikonversi kedalam satuan ppm (parts per million), dimana nilai 1 ppm = 1 mg/l. Misalnya . Pada tabel 4.1. dapat dilihat kandungan nikel pada bijih laterit sebesar 5,32 (m/m%) lalu data tersebut dikonversi satuananya kedalam

ppm dan didapat kandungan nikel sebesar 13300 ppm (perhitungan konversinya dapat dilihat pada pengolahan data, sedangkan hasil konversinya dapat dilihat pada tabel 4.8). Setelah dilakukan proses ekstraksi. Filtrat hasil ekstraksi dianalisa menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*). Hasil analisa AAS dapat dilihat pada tabel 4.2. dan tabel 4.3. dan dalam bentuk grafik dapat dilihat seperti gambar 4.2. dibawah ini.



Gambar 4.2. Grafik Fungsi Temperatur Terhadap Kadar Nikel Hasil Ekstraksi

Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa kadar nikel hasil proses ekstraksi menggunakan larutan HNO_3 terbesar didapat pada temperatur proses ekstraksi 100°C dengan kadar nikel sebesar 2464 ppm. Sedangkan kadar nikel hasil proses ekstraksi menggunakan larutan CH_3COOH terbesar juga didapat pada temperatur proses ekstraksi 100°C dengan kadar nikel sebesar 381 ppm. Hasil persen recovery unsur nikel terhadap temperatur proses

ekstraksi seperti yang disajikan pada tabel 4.2, tabel 4.3 dan gambar 4.1, dapat dijelaskan sebagai berikut;

Dari tabel dan grafik tersebut dapat dilihat bahwa, kadar nikel maupun persen *recovery* mengalami kenaikan seiring dengan meningkatnya temperatur proses ekstraksi. Hal ini dapat terjadi karena proses ekstraksi diaktivasi oleh peningkatan temperatur (Permana, 2020). Semakin tinggi temperatur proses ekstraksi maka semakin besar *recovery* nikel. Hal

ini disebabkan karena gerakan spesi-spesi yang bereaksi meningkat sehingga meningkatkan produk reaksi seiring dengan peningkatan temperatur (Wahab, 2021). Akan tetapi pada tingkat temperatur maksimum tertentu besar recovery nikel akan menurun kembali. Seperti pada grafik diatas dapat dilihat bahwa pada temperatur 60°C s/d 100°C jumlah recovery nikel mengalami kenaikan, akan tetapi pada temperatur proses ekstraksi 110°C, recovery nikel menurun kembali. Kemungkinan jika dilakukan temperatur yang lebih tinggi, maka persentase recovery nikel akan terus mengalami penurunan. Jadi titik optimalnya adalah pada temperatur proses ekstraksi 100°C. Peningkatan temperatur juga menyebabkan energi kinetik antar molekul semakin tinggi sehingga frekuensi tumbukan antar molekul akan semakin rendah. Peningkatan frekuensi tumbukan tersebut akan menyebabkan reaksi pembentukan produk nikel nitrat akan semakin menurun. Pada tabel 4.1. dapat dilihat bahwa persen *recovery* proses ekstraksi menggunakan asam nitrat meningkat seiring dengan peningkatan temperatur dan mencapai persen *recovery* terbesar pada temperatur proses ekstraksi 100°C yaitu sebesar 18,53%. Namun pada proses ekstraksi menggunakan asam asetat terjadi peningkatan dan penurunan pada temperatur tertentu dengan persen *recovery*

terbesar terjadi pada temperatur proses ekstraksi 100°C sebesar 2,86%. Peningkatan yang tidak stabil dan persen *recovery* proses ekstraksi yang lebih kecil dengan menggunakan asam asetat ini dapat terjadi mengingat asam asetat merupakan asam organik. Mukhtar (2022) menyebutkan bahwa asam anorganik seperti asam sulfat, asam klorida dan asam nitrat dapat menghasilkan persen *recovery* lebih baik dibanding dengan asam organik. Namun penggunaan asam organik terus diupayakan dan dikembangkan karena lebih ramah terhadap lingkungan jika dibandingkan dengan asam anorganik (Surianti, 2019). Dari penggunaan kedua asam ini juga dapat dilihat pengaruhnya terhadap proses ekstraksi. CH_3COOH merupakan asam lemah yang kurang reaktif dibandingkan HNO_3 yang merupakan asam kuat yang memiliki sifat oksidatif tinggi dan dapat melepaskan ion Nitrat (Farsadi, 2014). HNO_3 juga efektif menguraikan oksida nikel dalam bijih laterit menjadi larutan nikel nitrat. HNO_3 lebih reaktif dalam proses ekstraksi dibandingkan CH_3COOH dan karena sifat reaktifnya HNO_3 dapat melarutkan lebih banyak mineral pengotor sehingga proses ekstraksi dapat menghasilkan larutan nikel dengan kemurnian yang lebih tinggi (Farsadi, 2014).

V. Kesimpulan Dan Saran

5.1. Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari hasil penelitian yang dilakukan, adalah sebagai berikut; (1). Temperatur optimum larutan HNO₃ (asam nitrat) pada proses ekstraksi nikel dari bijih laterit Morowali adalah 100°C dengan persen recovery sebesar 18,53 %.

5.2. Saran

Adapun saran yang dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut: (1) Penelitian dapat dikembangkan dengan melakukan variasi temperatur yang lebih luas untuk mendapatkan pemahaman yang lebih komprehensif tentang pengaruh waktu dengan menggunakan kombinasi asam sebagai pelarut misalnya aqua regia (HNO₃+3HCl

(2). Temperatur optimum larutan CH₃COOH (asam asetat) pada proses ekstraksi nikel dari bijih laterit Morowali adalah 100°C dengan persen recovery sebesar 2,86 %.

terhadap proses ekstraksi nikel. (2) Penelitian dapat dilakukan dengan mengamati variabel lain seperti durasi pelindian, kecepatan pengadukan dan beberapa variabel lainnya. Penelitian dapat dilakukan

DAFTAR PUSTAKA

1. Abdel-Aal, E.A., (2004). *Kinetic Study on The Leaching of Spent NickelOxide Catalyst with Sulfuric Acid*. Central Metallurgical Research and Development Institute. Hydrometallurgy., 74: (189-194).
2. Antam, Tbk. (2010)., *Laporan Studi Kelayakan Pendirian Pabrik Pengolahan Bijih Laterit*. Feasibility Study of RKEF Process. PT Aneka Tambang.
3. Ariani, F. (2004). *Ekstraksi Nikel (II) dengan Ekstraktan Ammonium Pirolidin Dithiokarbamat (APDC) dan Aplikasinya pada Analisis Kandungan Ni dalam Air Sungai Kaligarang Semarang*. UNNES. Semarang.
4. Asrori, T.Q. Hana, N.P. Ni, K., (2022). *Ekstraksi Nikel dari Bijih Laterit Sorowako dengan Asam Nitrat*. Inovasi Teknik Kimia. Vol 7, No (2).
5. Aziza, A., (2017). *Optimasi Proses Ekstraksi Nikel-Kobalt menggunakan Cyanex 272 dari Laterit dengan Metode Taguchi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Bandar Lampung.
6. Basset, J. (1994). *Buku Ajar Vogel Kimia Analisa Kuantitatif Anorganik*. EGC. 1156 hlm. Jakarta.
7. Benny, R. (2011). *Sintesis Nanopartikel*. Universitas Andalas. Padang.
8. Bide, T., Hetherington, L., & Gunn, G. (2008). *Mineral Profil Nickel*. British Geological

- Survey. Nottingham.
9. Budiyanto, E., Lukito, D.W., Fathan, B., (2021). *Ekstraksi Limonit dengan Metode Dua Tahap Reduksi Selektif dan Magnetic Separation dengan Variasi Waktu Tahan dan Suhu Rendah*. Jurnal Program Studi Teknik Mesin UM Metro. TURBO., Vol. 10, No (1).
 10. Davis, J. R. (2000). *ASM Specialty Handbook: Nickel, Cobalt, and Their Alloys*. ASM International. Ohio.
 11. Dewi, L. Ginayanti, H. Khoirul, A., (2021). *Penentuan Kadar Logam Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) Pada Sumber Air di Kawasan Gunung Salak Kabupaten Sukabumi dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)*. Jurnal Sabdariffarma. p- ISSN (2338-6851)/ e-ISSN (2723-1887).
 12. Farsadi, S.M., (2014). *The Leaching Kinetics of Lateritic Nickel Ore in the Nitric Acid*. Central Metallurgical Research and Development Institute. Hydrometallurgy. 147- 148, (109).
 13. Gupta, C.K., (2003). *Chemical Metallurgy, Principles and Practice*. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. Bhabha Atomic Research Centre. KGaA (400085).
 14. Halim, M. Wan, I.A., (2014). *Particle Size Distribution Effects on Extraction of Nickel Laterites by Agitated Leaching*. Advanced Material Research. (10).4028.
 15. Handaru, S., (2008). *Recovery Nikel dari Bijih Limonite Tereduksi* Oleh Leaching Amonium Karbonat. Departemen Teknik Metalurgi & Material Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
 16. Hewitt, P., (2003). *Conceptual Integrated Science Chemistry*. Pearson Education, Inc.
 17. Hidayat, N., Nurika. I., (2001). Pembuatan Asam Asetat dari Air Kelapa Secara
 18. Irvani, A. Setiawan, L., (2007). *Pembuatan Asam Asetat dengan Cara Murni*. Kanisius. Yogyakarta.
 19. Jamaludin, A. Adiantoro, D., (2012)., *Analisis Kerusakan X-Ray Fluorescence (XRF)*. Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir-BATAN. No (9). ISSN 1979-2409.