

## EKSTRAKSI NIKEL DARI BIJIH NIKEL LATERIT SOROWAKO DENGAN ASAM NITRAT

Tathmainnul Qulub Al Asrori\*, Hana Nabila Putri, Ni Ketut Sari

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur  
Jl. Raya Rungkut Madya No.1, Gunung Anyar, Surabaya 60294

\*Email : tathmainnulqulub93.29@gmail.com

### Abstrak

*Indonesia merupakan negara yang kaya akan sumber daya mineral berupa bijih nikel laterit. Bijih ini merupakan sumber utama logam nikel yang banyak dimanfaatkan dalam industri kimia salah satunya dalam pembuatan baja tahan karat. Salah satu cara pengolahan yang dapat dilakukan adalah proses ekstraksi padat-cair (leaching) pada kondisi atmosferis. Pada penelitian ini, dilakukan ekstraksi nikel dari bijih nikel laterit yang diperoleh dari Sorowako menggunakan pelarut asam nitrat yang bertujuan untuk mengetahui suhu dan konsentrasi asam nitrat optimum dalam proses ekstraksi. Penelitian ini dilakukan dengan memvariasikan suhu operasi sebesar 50°C, 60°C, 70°C, 80°C, 90°C dan konsentrasi asam nitrat 3M, 4M, 5M, 6M, 7M. Analisis kandungan nikel hasil leaching dilakukan menggunakan Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) yang kemudian dioptimasi dengan menggunakan metode Response Surface Methodology (RSM) menggunakan aplikasi Minitab 19. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu dan konsentrasi asam nitrat berpengaruh terhadap perolehan nikel. Kenaikan suhu dan konsentrasi asam nitrat akan meningkatkan perolehan nikel. Hasil terbaik pada proses ekstraksi yaitu pada konsentrasi asam nitrat 7M dan suhu 90°C dengan perolehan nikel sebesar 80,73%. Setelah dilakukan proses optimasi hasil dengan metode Response Surface Methodology (RSM) menggunakan aplikasi Minitab 19 didapatkan persentase nikel terekstrak optimum sebesar 80,8727% pada konsentrasi  $\text{HNO}_3$  8,2M dan suhu 98,5°C.*

**Kata kunci:** asam nitrat, ekstraksi, leaching, nikel, laterit

### Abstract

*Indonesia is a country that is rich in mineral resources of laterite nickel ore. This ore is the main source of nickel metal that is widely used in the chemical industry, one of which is in the manufacture of stainless steel. One of the processing methods that can be carried out is the solid-liquid extraction process (leaching) under atmospheric conditions. In this study, nickel extraction was carried out from laterite nickel ore obtained from Sorowako using nitric acid as a solvent to determine the optimum conditions of temperature and concentration of nitric acid in the extraction process. This research was carried out at various operating temperatures of 50°C, 60°C, 70°C, 80°C, 90°C, and nitric acid concentrations of 3M, 4M, 5M, 6M, 7M. Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) was chosen to analyze the leaching solution which is then optimized using the Response Surface Methodology (RSM) method using the Minitab 19 application. This research showed that temperature and nitric acid concentration affected nickel recovery. The best result in the extraction process, which is the highest nickel extraction of 80.73% was obtained at a nitric acid concentration of 7M and a temperature of 90°C. After optimizing the results with the Response Surface Methodology (RSM) using the Minitab 19 application, the optimum nickel extraction was 80.8727% with optimum nitric acid concentration of 8.2 M and temperature of 98.5°C.*

**Keywords:** nitric acid, extraction, leaching, nickel, laterite

### 1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang kaya akan sumber daya alam dan sumber daya mineral sehingga memiliki potensi yang besar untuk dimanfaatkan. Akan tetapi, kekayaan alam yang begitu melimpah ini belum dimanfaatkan secara optimal. Mineral logam merupakan salah satu sumber daya alam tak terbarukan yang mempunyai peranan penting sebagai penopang perekonomian Indonesia.

Salah satu mineral logam yang banyak dimanfaatkan dalam industri kimia adalah nikel. Penggunaan nikel saat ini 65% digunakan sebagai bahan baku *stainless steel*, sebanyak 12% digunakan sebagai paduan nikel (*superalloy*), sisanya nikel digunakan sebagai material elektroplating, bahan pengecoran, baterai, dan katalis. Penggunaan nikel yang sangat luas ini dikarenakan sifatnya yang tahan

korosi dan tahan pada temperatur tinggi. (Setiawan, 2016).

Sumber logam nikel di alam terdapat dalam bentuk bijih sulfida dan bijih laterit (oksida dan silikat). Bijih nikel laterit biasanya terdapat di daerah tropis atau sub-tropis yang terdiri dari pelapukan batuan ultramafik yang mengandung zat besi dan magnesium dalam tingkat tinggi. Deposit tersebut biasanya menunjukkan lapisan yang berbeda karena kondisi cuaca (Astuti, 2012). Laterit merupakan produk sisa hasil pelapukan batuan secara kimiawi di permukaan bumi melewati periode waktu yang panjang pada kondisi iklim yang basah atau lembab. Pada dasarnya, endapan laterit cenderung berkadar rendah namun jumlahnya melimpah (Kurniadi, 2018).

Indonesia adalah salah satu negara dengan potensi produksi nikel laterit terbesar ketiga dunia. Hal tersebut berdasarkan jumlah cadangan sebanyak 1.576 juta ton laterit dari total sumber daya 3900 juta ton yang terdapat di Indonesia bagian timur seperti Sulawesi, Maluku, dan Papua (Rochani, 2013). Pengolahan bijih nikel laterit dapat dilakukan dengan dua jalur proses, yaitu proses pirometalurgi dan proses hidrometalurgi. Selama ini proses pengolahan nikel laterit di Indonesia umumnya menggunakan proses pirometalurgi. Pirometalurgi merupakan proses pengolahan bijih laterit pada temperatur tinggi dan membutuhkan energi yang lebih besar serta mensyaratkan bijih laterit dengan kadar nikel lebih tinggi untuk menghasilkan ferronikel ataupun nikel matte (Prasetyo, 2016).

Sedangkan pengolahan bijih nikel kadar rendah melalui proses pirometalurgi hanya akan menghasilkan *low grade Nickel Pig Iron* yang memiliki nilai jual rendah. Alternatif proses untuk bijih nikel kadar rendah adalah jalur proses hidrometalurgi. Proses hidrometalurgi dilakukan pada temperatur relatif rendah dengan cara pelindian menggunakan larutan kimia dan membutuhkan energi yang lebih rendah (Solihin, 2018).

Permana (2020), dalam penelitiannya melakukan proses ekstraksi bijih nikel laterit kadar rendah menggunakan asam klorida (HCl). Hasil optimum diperoleh pada kondisi temperatur 75°C dengan konsentrasi HCl 4 M selama 90 menit dengan perolehan nikel sebesar 75,76 %. Proses ekstraksi dilakukan terhadap 10 gram sampel laterit dan ukuran sampel 200 mesh dengan konsentrasi asam sebesar 1-4 M pada temperatur 25-75°C dan

waktu 30-90 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi nikel yang terekstrak dalam larutan asam semakin meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi asam, temperatur dan waktu. Mohammadreza (2014), dalam penelitiannya melakukan proses ekstraksi menggunakan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dengan proses *agitation leaching* pada tekanan atmosfer. Pada kondisi konsentrasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 5 M, temperatur 95°C, kecepatan pengadukan 1000 rpm selama 4 jam didapatkan hasil bahwa nikel yang dapat diekstraksi pada kondisi tersebut adalah 83%. Agustina (2018), pada penelitian ekstraksi nikel dari bijih limonit *low grade* Pomalaa menggunakan pelarut asam asetat (CH<sub>3</sub>COOH) didapatkan hasil optimum nikel yang terekstrak sebesar 41% pada kondisi konsentrasi asam sebesar 25%, temperatur 90°C, dan kecepatan pengadukan 400 rpm.

Pada penelitian ini dilakukan proses ekstraksi bijih nikel laterit yang diperoleh dari Sorowako dengan menggunakan asam nitrat sebagai media pelindi. Asam nitrat merupakan asam kuat serta salah satu oksidator yang digunakan untuk memisahkan emas dari perak, serta untuk melarutkan logam-logam dasar (Septiani, 2019). Pada penelitian ini akan dipelajari mengenai pengaruh suhu dan konsentrasi asam nitrat terhadap ekstraksi nikel dalam bijih nikel laterit dengan optimasi menggunakan metode *Response Surface Methodology* (RSM).

## 2. METODOLOGI

### 2.1. Bahan dan Alat

Dalam penelitian ini digunakan bahan-bahan antara lain bijih nikel laterit yang diperoleh dari Sorowako, asam nitrat (HNO<sub>3</sub>), dan aquadest (H<sub>2</sub>O). Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya adalah *hot plate magnetic stirrer*, thermometer, oven, neraca analitik, *screen sieve*, alu dan mortar, kertas saring, dan alat-alat gelas.

### 2.2. Prosedur

Sampel bijih nikel laterit yang berasal dari Sorowako terlebih dahulu dilakukan proses preparasi sampel. Terhadap bijih nikel laterit dilakukan pengeringan dengan oven kemudian ditumbuk dan dihaluskan selanjutnya dilakukan pengayakan dengan ukuran 100 mesh. Sampel kemudian dilakukan analisis XRF (*X-Ray Fluorescence*) untuk mengetahui unsur-unsur yang terkandung dalam sampel. Proses *leaching* dilakukan dengan melarutkan 10 gram sampel

bijih nikel laterit dalam 100 ml asam nitrat pada konsentrasi dan temperatur tertentu, disertai dengan pengadukan yang diatur tetap sebesar 1000 rpm selama 4 jam. Variasi konsentrasi asam nitrat yang digunakan yaitu 3, 4, 5, 6, dan 7 M. Sedangkan suhu operasi divariasikan pada 50, 60, 70, 80, dan 90°C. Setelah proses berakhir dilakukan penyaringan untuk memisahkan filtrat dan residu. Filtrat yang diperoleh kemudian dianalisa kandungan nikelnya menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*). Hasil Analisa yang didapatkan kemudian dioptimalkan menggunakan metode *Response Surface Methodology* (RSM) pada software Minitab 19.

### 2.3. Optimasi Hasil

Dalam melakukan eksperimen percobaan, hasil yang didapatkan terkadang tidak sesuai dengan hasil yang tidak optimum. Maka, untuk menentukan kondisi optimum dalam suatu perancangan eksperimen dapat dilakukan dengan optimisasi menggunakan metode yang disebut *Response Surface Methodology* (RSM). *Response Surface Methodology* merupakan suatu metode gabungan antara teknik matematika dan teknik statistika, digunakan untuk membuat model dan menganalisa suatu respon y yang dipengaruhi oleh beberapa variabel bebas (faktor x) guna mengoptimalkan respon tersebut (Montgomery, 2009). Hubungan antara respon y dan variabel bebas x adalah:

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_k) + \varepsilon \quad (1)$$

Keterangan :

Y = variabel respon  
 $X_1, X_2, \dots, X_k$  = variabel bebas / faktor  
 $\varepsilon$  = error

Persamaan dan hasil optimasi didapatkan dengan menggunakan software Minitab. Dalam software ini hasil optimal akan ditunjukkan dengan menggunakan grafik serta angka hasil perhitungan.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Analisis Sampel Bijih Laterit

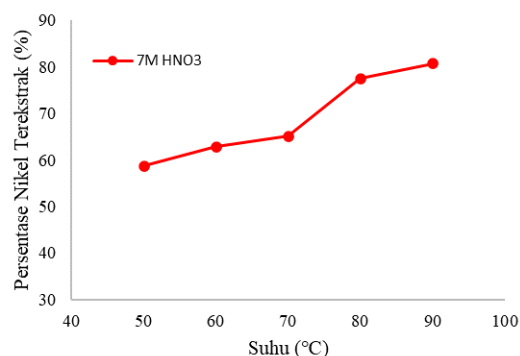
Pengujian sampel bijih laterit dengan menggunakan analisa *X-ray fluorescence* (XRF) dilakukan untuk mengetahui unsur-unsur logam yang terkandung di dalam bijih laterit. Hasil analisis XRF disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1. Komposisi unsur pada bijih nikel laterit dari Sorowako menggunakan XRF**

Unsur	%
Si	17,3
P	0,25
Ca	1,08
Cr	1,10
Mn	0,51
Fe	75,06
Ni	4,11
Rb	0,46
La	0,10

Hasil pengujian XRF pada Tabel 1. Menunjukkan bahwa sampel bijih laterit dari Sorowako yang digunakan dalam penelitian ini didominasi oleh unsur besi (Fe) dan silikon (Si) sebesar 75,06% dan 17,3%, secara berurutan. Sedangkan untuk unsur nikel yang terkandung dalam sampel sebesar 4,11%.

### 3.2. Pengaruh Variasi Suhu



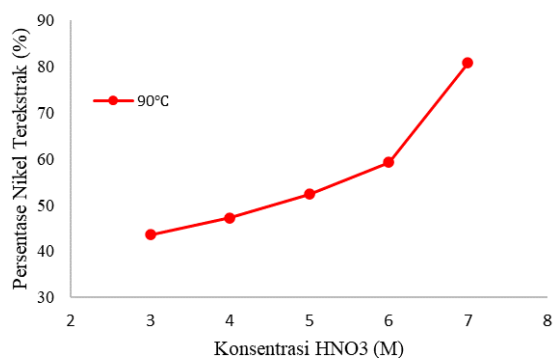
**Gambar 1. Pengaruh suhu terhadap persentase nikel yang terekstrak**

Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa suhu berpengaruh terhadap persentase nikel yang terekstrak. Dalam penelitian ini, parameter suhu divariasikan pada 50°C, 60°C, 70°C, 80°C, dan 90°C. Pada Gambar 1. dapat dilihat bahwa persentase nikel yang terekstrak semakin meningkat seiring dengan meningkatnya suhu. Pada kondisi konsentrasi asam 7 M, persentase terendah diperoleh pada suhu 50°C yakni sebesar 58,72%. Peningkatan persentase perolehan nikel akan terus naik mengikuti peningkatan suhu hingga mencapai 80,73% pada suhu 90°C.

Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu yang digunakan, maka semakin banyak nikel yang dapat diambil dari bijih laterit. Hal ini dapat terjadi karena peningkatan

suhu operasi menyebabkan energi kinetik antarmolekul akan semakin tinggi sehingga frekuensi tumbukan antarmolekul akan semakin meningkat. Peningkatan frekuensi tumbukan ini menyebabkan reaksi pembentukan produk nikel nitrat juga akan semakin besar (Agustina, 2018).

### 3.3. Pengaruh Variasi Konsentrasi Asam



**Gambar 2. Pengaruh konsentrasi asam terhadap persentase nikel yang terekstrak**

Berdasarkan hasil penelitian, dapat diketahui bahwa semakin tinggi konsentrasi asam nitrat yang digunakan maka semakin tinggi pula persentase nikel yang terekstrak. Dalam penelitian ini, parameter konsentrasi asam nitrat yang digunakan divariasikan pada 3 M, 4 M, 5 M, 6 M, dan 7 M. Dapat dilihat pada Gambar 2. didapatkan hasil pada kondisi optimum suhu 90°C persentase terendah diperoleh pada konsentrasi HNO<sub>3</sub> 3 M yakni sebesar 43,58%. Peningkatan persentase perolehan nikel akan terus naik mengikuti peningkatan konsentrasi asam yang digunakan hingga mencapai 80,73% pada konsentrasi sebesar 7 M.

Hal ini menunjukkan bahwa meningkatnya perolehan nikel yang terekstrak seiring dengan peningkatan asam yang digunakan. Konsentrasi asam menunjukkan seberapa banyak jumlah ion H<sup>+</sup> dalam larutan asam. Semakin banyak ion H<sup>+</sup> dalam larutan asam maka kemungkinan terjadinya reaksi antara ion H<sup>+</sup> dengan molekul NiO yang terkandung dalam sampel nikel laterit Sorowako semakin besar. Reaksi antara ion H<sup>+</sup> dan NO<sub>3</sub><sup>-</sup> dengan molekul NiO dalam sampel akan menghasilkan produk nikel nitrat dan air. Dengan demikian, pembentukan produk nikel nitrat juga akan meningkat (Permana, 2020).

### 3.4. Optimasi Hasil dengan *Response Surface Method (RSM)* menggunakan software Minitab 19

Setelah diperoleh hasil analisis dan perhitungan data persentase nikel yang terekstrak, selanjutnya dilakukan optimasi hasil untuk mengetahui hasil optimum dari perolehan nikel dengan Metode Respon Permukaan menggunakan aplikasi software Minitab 19 yang dilakukan sesuai acuan landasan teori mengenai Optimasi Hasil. Hasil optimisasi dari Minitab 19 menunjukkan keseluruhan data merupakan orde dua. Hasil optimisasi akan menunjukkan fungsi persamaan respon terhadap kondisi yang diubah seperti suhu operasi dan konsentrasi asam nitrat. Bentuk model persamaan yang dihasilkan adalah

$$Y = 90,1 - 14,23X_1 - 0,826X_2 + 1,265X_1^2 + 0,00348X_2^2 + 0,1126 X_1X_2$$

Keterangan :

X<sub>1</sub> = Konsentrasi HNO<sub>3</sub>

X<sub>2</sub> = Suhu

### 3.5. Hasil Optimasi

Setelah perlakuan dengan penggambaran plot kontur dan plot permukaan dengan optimisasi menggunakan Metode Respon Permukaan dalam aplikasi software Minitab 19 dapat dilakukan sebuah optimisasi hasil yang diinginkan dengan parameter tertentu. Parameter dari hasil optimisasi diatur untuk menghasilkan persentase nikel terekstrak yang paling optimum.

#### Response Optimization: Persentase Nikel Terekstrak

##### Parameters

Response	Goal	Lower Target	Upper	Weight	Importance
Persentase Nikel Terekstrak	Maximum	40,37	80,73	1	1

##### Solution

Solution	Konsentrasi HNO <sub>3</sub>		Suhu		Persentase Nikel Terekstrak		Composite Fit Desirability
	HNO <sub>3</sub>	Suhu	HNO <sub>3</sub>	Suhu	Persentase Nikel Terekstrak	Composite Fit	
1	8,2284	98,569	80,8727			1	

##### Multiple Response Prediction

Variable	Setting			
Konsentrasi HNO3	8,2284			
Suhu	98,569			
Response	Fit	SE Fit	95% CI	95% PI
Persentase Nikel Terekstrak	80.873	0.638	(79.364; 82.382)	(78.663; 83.083)

**Gambar 5. Output hasil optimisasi dengan software Minitab 19**

Berdasarkan Gambar 5. didapatkan hasil optimisasi menggunakan Metode Respon

Permukaan memiliki hasil yang optimum pada konsentrasi  $\text{HNO}_3$  8,2 M dan suhu  $98,5^\circ\text{C}$  dengan hasil persentase nikel terekstrak sebesar 80,8727%.

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat diambil kesimpulan bahwa hasil terbaik pada proses ekstraksi nikel dari bijih laterit Sorowako yaitu pada konsentrasi  $\text{HNO}_3$  7 M dan suhu  $90^\circ\text{C}$  yang menghasilkan persentase nikel yang terekstrak sebesar 80,73%. Hasil optimasi dengan menggunakan *Response Surface Methodology* (RSM) didapatkan hasil optimum pada konsentrasi  $\text{HNO}_3$  8,2 M dan suhu  $98,5^\circ\text{C}$  dihasilkan persentase nikel yang terekstrak sebesar 80,8727%.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, H.S.E.A., Bendiyasa, I.M., Petrus, H.T.B.M., Mufakir, F.R., dan Astuti, W., (2018), Pelindian Nikel dari Bijih Limonit Low-Grade Pomalaa Menggunakan Pelarut Asam Asetat, *Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan*, pp. 8.
- Astuti, W., Zulhan, Z., Shofi, A., Isnugroho, K., Nurjaman, F., dan Prasetyo, E., (2012), Pembuatan Nickel Pig Iron (NPI) dari Bijih Nikel Laterit Indonesia Menggunakan Mini Blast Furnace, *Seminar Insentif Riset SINas*, pp. MT66-MT71.
- Kurniadi, A., Rosana, M.F., dan Yuningsih, E.T., (2018), Karakteristik Batuan Asal Pembentukan Endapan Nikel Laterit di Daerah Madang dan Serakaman Tengah, *Geoscience Journal*, 2(3), pp. 221-234.
- Mohammadreza, F., Mohammad, N., and Zieddin, S. S., (2014), Nickel Extraction From Low Grade Laterite by Agitation Leaching at Atmospheric Pressure, *International Journal of Mining Science and Technology*, 24(4), pp. 543– 548.
- Montgomery, D.C., (2009), *Design and Analysis of Experiments*, John Wiley & Sons Inc, New York.
- Permana, D., Kumalasari, R., Wahab, W., dan Musnjam, M., (2020), Pelindian Bijih Nikel Laterit Kadar Rendah Menggunakan Metode Atmospheric Acid Leaching dalam Media Asam Klorida (HCl), *Riset Geologi dan Pertambangan*, 30(2), pp. 203-214.
- Prasetyo, P., (2016), Tidak Sederhana Mewujudkan Industri Pengolahan Nikel Laterit Kadar Rendah di Indonesia Sehubungan dengan Undang-Undang Minerba 2009, *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara*, 12(3), pp. 195-207.
- Rochani, S. dan Saleh, N., (2013), Teknologi Pengolahan dan Pemurnian Nikel, *Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara*, 11, pp. 1-9.
- Septiani, M., Santoso, K., dan Majid, R. A., (2019), Efektivitas Asam Nitrat ( $\text{HNO}_3$ ) Sebagai Pelarut Alternatif pada Proses Acid Wash Terhadap Plate Electrolyzer di PT Kaltim Nitrate Indonesia, *Journal of Chemical Process Engineering*, 3(2), pp. 17-21.
- Setiawan, I., (2016), Pengolahan Nikel Laterit Secara Pirometalurgi: Kini dan Penelitian Kedepan, *Prosiding Semnastek*.
- Solihin, S., (2018), Perilaku Pelarutan Logam Nikel dan Besi dari Bijih Nikel Kadar Rendah Sulawesi Tenggara, *Metalurgi*, 29(2), pp. 139-144.