

**Bidang: Teknik dan Analisis Kimia Mineral  
Kimia dan Mineral**

**Topik: Teknologi Industri Proses**

## **PENGARUH RASIO SUBSTITUSI REDUKTOR BATU BARA DAN ARANG CANGKANG KELAPA SAWIT TERHADAP PENINGKATAN KADAR NIKEL DAR BIJAH LATERIT**

**Sri Diana<sup>1</sup>, Fitri Junianti<sup>\*2</sup>, dan Dwi Nurlinda<sup>3</sup>**

**Politeknik ATI Makassar**

**sri\_diana@atim.ac.id<sup>1</sup>, fitri.junianti@atim.ac.id<sup>2</sup>, dwinurlinda198@gmail.com<sup>3</sup>**

### **ABSTRAK**

Rendahnya kadar nikel dalam bijih nikel laterit menjadi kendala dalam proses produksi nikel. Berbagai upaya dilakukan untuk meningkatkan kadar dalam ekstraksi nikel, diantaranya dengan melakukan proses reduksi. Proses reduksi nikel ini biasanya menggunakan reduktor batu bara, namun penggunaan batu bara terus menerus berpengaruh pada ketersediaan batu bara yang terbatas. Selain itu batu bara memberikan dampak bahaya pencemaran terhadap lingkungan. Alternatif yang dapat digunakan untuk mensubstitusi batu bara yaitu biomassa dengan kandungan karbon yang setara dengan batu bara dan lebih ramah lingkungan. Salah satu biomassa yaitu arang cangkang kelapa sawit dengan 51,6% karbon lebih tinggi dari batu bara jenis lignit mengandung karbon kurang dari 50%. Pada penelitian ini, reduktor batu bara dikombinasikan dengan arang cangkang sawit untuk meningkatkan kadar nikel dari bijih laterit. Penelitian ini dilakukan melalui tahap reduksi dan analisa XRF. Hasil reduksi selanjutnya dianalisis dengan menghitung %peningkatan kadar nikel untuk mengetahui kadar nikel tertinggi dari variasi reduktor yang digunakan. Setiap hasil analisis dibandingkan antara variasi reduktor arang cangkang kelapa sawit dan Batu bara dengan 5 variasi reduktor. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dengan variasi reduktor arang cangkang kelapa sawit dan batu bara diperoleh hasil tertinggi pada peningkatan kadar nikel yaitu pada variasi 40% arang cangkang kelapa sawit dan 60% batu bara dengan kadar nikel yaitu 2,1225% menghasilkan kenaikan kadar nikel 24,5964%.

**Kata kunci:** Bijih nikel laterit, arang cangkang kelapa sawit, batu bara, kadar nikel, reduksi.

### **ABSTRACT**

The low nickel content in laterite nickel ore is an obstacle in the nickel production process. Various efforts have been made to increase the levels of nickel extraction, including by carrying out a reduction process. This nickel reduction process usually uses a coal reducer, but continuous use of coal cannot be fulfilled because its availability is limited and it is dangerous for the environment. An alternative that can be used is biomass with a carbon content equivalent to coal in order to increase nickel levels and be more environmentally friendly, namely by using palm shell charcoal. Therefore, this research aims to determine the effect of the reducing agent substitution ratio of coal and palm shell charcoal on increasing nickel content from laterite ore. This research was carried out through the reduction and XRF analysis stages. The reduction results are then analyzed by calculating the % increase in nickel content to determine the highest nickel content from the variation of reductant used. Each analysis result is compared between variations of palm shell charcoal reducers and coal with 5 variations of reducers. Based on the results of research that has been carried out using variations in reducing agents for palm oil shell charcoal and coal, the highest results were obtained in increasing nickel content, namely the variation of 40% palm shell charcoal and 60% coal with a nickel content of 2.1225% resulting in an increase in nickel content of 24.5964%.

**Keywords:** Laterite nickel ore, palm shell charcoal, coal, nickel content, reduction.

## **PENDAHULUAN**

Indonesia merupakan negara produsen nikel terbesar dunia, total produksi pada tahun 2022 sekitar 48,8% dari produksi dunia atau sebanyak 1,6 juta ton[1]. Permintaan dunia akan kebutuhan nikel terus meningkat sehingga memberikan kesempatan bagi Indonesia untuk mengembangkan potensi yang dimilikinya dalam industri pengolahan nikel. Di Indonesia terdapat dua jenis bijih nikel, yaitu sulfida dan Oksida (laterit). Pada dasarnya bijih nikel laterit dibagi menjadi dua lapisan, yaitu lapisan saprolit dan limonit. Lapisan saprolit memiliki kadar Nikel (Ni) tinggi diatas 1,6% hingga 2,5% yang memiliki Magnesium (Mg) dan Silika (Si) dalam jumlah yang banyak, dan Besi (Fe) yang rendah. Lapisan limonit memiliki kadar Nikel (Ni) rendah berkisar antara 1% hingga 1,6% yang memiliki Besi (Fe) dalam jumlah yang banyak dan mengandung Magnesium (Mg) dan Silika (Si) yang rendah [2].

Pada bijih nikel laterit, kadar nikel yang rendah menjadi kendala tersendiri dalam proses produksi nikel. Upaya yang dilakukan dalam peningkatan kadar nikel, salah satunya dengan melakukan proses reduksi. Proses reduksi nikel dilakukan untuk mengurangi kandungan oksigen pada nikel oksida dari bijih nikel laterit menggunakan agen pereduksi seperti oksigen dan karbon. Pada umumnya untuk melakukan reduksi digunakan reduktor sebagai sumber karbon seperti bahan bakar fosil. Penggunaan bahan bakar fosil seperti Batu bara mengakibatkan pemanasan global akibat gas CO yang berasal dari pembakaran. Kandungan unsur sulfur pada Batu bara bervariasi dari 1% hingga 4% yang berbahaya bagi pernapasan karena menghasilkan gas SO<sub>2</sub> pada proses pemanasan. Batu bara juga merupakan energi yang tidak dapat diperbaharui dan akan habis ketika digunakan terus-menerus. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral menyebutkan bahwa Batu bara saat ini memiliki cadangan mencapai 38,84 miliar ton yang hanya bisa digunakan selama 65 tahun kedepan [3].

Salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk mengurangi penggunaan batu bara sebagai reduktor yaitu menggunakan reduktor yang memiliki kadar sulfur rendah dan ketersediannya yang melimpah seperti biomassa. Selain itu, kandungan karbon pada reduktor juga diperlukan untuk mereduksi. Salah satu jenis biomassa yang memiliki kadar karbon yang tinggi yaitu arang cangkang kelapa sawit. Arang cangkang kelapa sawit mengandung 51,6% karbon sedangkan batu bara jenis lignit mengandung karbon kurang dari 50%. Selain itu, cangkang kelapa sawit mengandung <0,2% sulfur sedangkan batu bara memiliki kandungan sulfur bervariasi dari 1% hingga 4%. Oleh karena itu, kandungan karbon yang tinggi dan sulfur yang rendah pada arang cangkang kelapa sawit dapat digunakan sebagai reduktor pada proses reduksi bijih nikel laterit lebih ramah lingkungan. Menurut Al-alang dan fadhillah (2020) [4] Pencampuran batu bara dengan arang cangkang kelapa sawit dapat meningkatkan kualitas batu bara seperti meningkatkan kandungan karbon dan menurunkan kadar sulfur dari batu bara.

Reduktor merupakan suatu zat yang memerlukan oksigen pada reaksi reduksi. Elektron pada reduktor akan tertarik ke senyawa lain, sehingga mengalami reaksi oksidasi. Oleh karena itu reduktor dapat diartikan sebagai pendonor elektron. Reduktor dapat berupa enyawa-senyawa bervariasi yang mengandung unsur-unsur logam seperti Na, Li, Mg, Zn, Al, dan Fe. Selain itu material yang mengandung karbon dapat digunakan sebagai reduktor seperti: batu bara, , gas CO/CO<sub>2</sub>, lignit, dan grafit sub-bituminus [5]. Variabel penambahan reduktor juga sangat mempengaruhi hasil dari proses reduksi selektif, semakin besar jumlah reduktor yang digunakan maka semakin tinggi konsentrat yang akan dihasilkan [6].

Reduktor tipe padat menggunakan bahan yang mengandung karbon sebagai reduktornya. Proses reduksinya berlangsung dengan mencampurkan bijih dan reduktor di dalam suatu reaktor. Reaksi yang berlangsung menciptakan gas karbon monoksida (CO) yang mereduksi oksigen pada bijih nikel dan menghasilkan logam padat. Contoh reduktor padat yang paling banyak digunakan saat ini adalah batu bara. Penggunaan reduktor tipe padat memiliki keuntungan yaitu tidak membutuhkan batu serta memungkinkan digunakan dalam skala kecil tetapi memiliki konsumsi energi yang lebih tinggi[6]. Berikut

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian dilakukan melalui eksperimental dan observasi yaitu melakukan uji proses reduksi dengan variasi reduktor batu bara dan arang cangkang sawit menggunakan sampel nikel laterit jenis saprolit dari Sorowako.

### **Proses Reduksi**

Ore nikel sebanyak 144 ton dan 4 ton reduktor diumpangkan ke dalam rotary kiln. Reduktor divariasikan ke dalam lima variasi yaitu sampel A (100% batu bara), sampel B (10% arang cangkang kelapa sawit dan 90% batu bara), sampel C (20% arang cangkang kelapa sawit dan 80% batu bara), sampel D (30% arang cangkang kelapa sawit dan 70% batu bara), dan sampel E (40% arang cangkang kelapa sawit dan 60% batu bara). Proses reduksi pada rotary kiln dilakukan dengan kondisi operasi 900°C selama 120 menit dengan kecepatan putar 0,8 rpm dan kemiringan sekitar 3,1° terhadap bidang horizontal hingga memperoleh produk yang disebut dengan calcine.

### Analisa XRF

Sampel pada umpan dan produk rotary kiln sebanyak  $\pm 20$  gram dikeringkan dan dihancurkan menggunakan jaw crusher 10 mesh, kemudian dihaluskan ke dalam pulverizer. Setelah itu dimasukkan ke dalam cup aluminium dan dipadatkan dengan alat press hydraulic untuk selanjutnya dilakukan analisis kadar nikel menggunakan XRF.

Data yang diperoleh dianalisis untuk mengetahui kenaikan kadar Ni dari proses reduksi dengan membandingkan konsentrasi sebelum proses reduksi dengan setelah proses reduksi.

$$\text{Persen kenaikan kadar} = \frac{C_n - C_a}{C_a} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

$C_n$  = konsentrasi logam setelah reduksi (%)

$C_a$  = konsentrasi logam sebelum reduksi (%)

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini digunakan variasi konsentrasi reduktor menggunakan batu bara dan arang cangkang kelapa sawit dengan lima variasi yaitu Sampel A (100% batu bara), Sampel B (10% arang cangkang kelapa sawit dan 90% batu bara), Sampel C (20% arang cangkang kelapa sawit dan 80% batu bara), Sampel D (30% arang cangkang kelapa sawit dan 70% batu bara) dan Sampel E (40% arang cangkang kelapa sawit dan 60% batu bara).

**Tabel 1.** Persentase kadar Ni hasil XRF dan Persen kenaikan kadar Ni

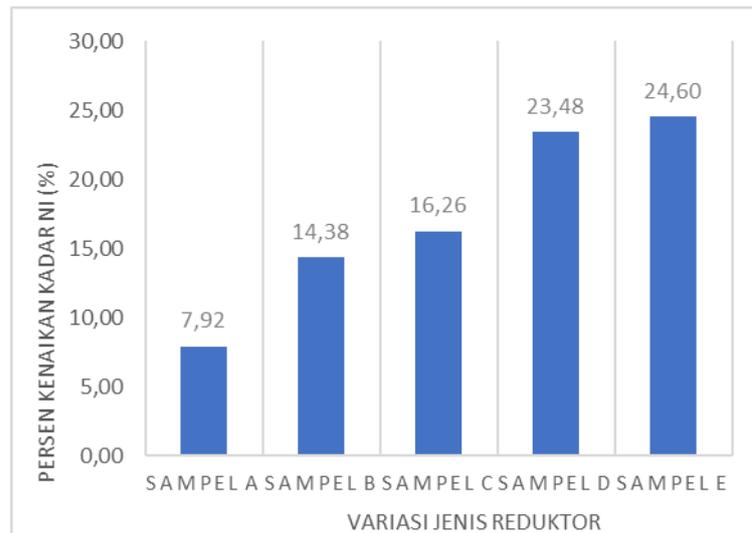
Sampel	Variasi konsentrasi reduktor		Ni Average (%)	Persen kenaikan kadar Ni (%)
	Arang cangkang kelapa sawit (%)	Batu bara (%)		
Awal	-	-	1,7035	-
A	-	100	1,8385	7,9248
B	10	90	1,9485	14,3821
C	20	80	1,9805	16,2606
D	30	70	2,1035	23,4810
E	40	60	2,1225	24,5964

Pada proses reduksi bijih laterit menggunakan reduktor sebagai sumber karbon dan oksigen yang membentuk gas karbon monoksida untuk mereduksi oksida nikel dan pengotor dalam sampel bijih laterit jenis saprolit. Pada proses reduksi terjadi reaksi sebagai berikut:



Pada tabel 1 ditunjukkan bahwa kadar nikel terus mengalami peningkatan dengan adanya penambahan arang cangkang kelapa sawit dari sampel awal tanpa ada penambahan batu bara dan arang kadar nikel sebesar 1,7035% dan setelah ditambahkan reduktor kadar nikel meningkat. Untuk penggunaan reduktor dengan variasi arang cangkang kelapa sawit dan batu bara kadar nikel tertinggi diperoleh sebesar 2,1225% yang terjadi pada sampel E dengan variasi konsentrasi reduktor 40% arang cangkang kelapa sawit dan 60% batu bara. Apabila menggunakan reduktor 100% batu bara, kadar nikel hanya mencapai 1,8385%. Hal ini dikarenakan pada pencampuran reduktor arang cangkang kelapa sawit dan batu bara membentuk karbon monoksida yang lebih besar sehingga semakin banyak oksida dan pengotor yang tereduksi dibandingkan hanya menggunakan batu bara sebagai reduktor. [6] Variabel penambahan reduktor juga sangat mempengaruhi hasil dari proses reduksi selektif, semakin besar jumlah persen reduktor yang digunakan akan semakin tinggi konsentrasi yang dihasilkan.

Pada gambar 1 dapat dilihat bahwa apabila reduktor arang cangkang kelapa sawit divariasikan dengan batu bara maka terjadi kenaikan kadar nikel. Kenaikan kadar nikel paling besar terjadi pada sampel E dengan variasi konsentrasi reduktor 40% arang cangkang kelapa sawit dan 60% batu bara dengan persen kenaikan kadar Ni sebesar 24,5964% sedangkan apabila hanya menggunakan reduktor 100% batu bara, persen kenaikan kadar Ni hanya mencapai 7,9248%. Hal ini dikarenakan kandungan karbon yang lebih tinggi pada arang cangkang kelapa sawit dibandingkan batu bara sehingga menghasilkan gas karbon monoksida yang lebih banyak untuk mereduksi lebih banyak oksigen pada bijih nikel. Hal ini didukung oleh penelitian Zulyansyah[7] yang menyatakan bahwa kandungan karbon yang tinggi akan menghasilkan gas reduksi CO yang lebih banyak.



**Gambar 1.** Persen kenaikan kadar Ni

Pada penelitian ini dikhususkan pada peningkatan kadar nikel yang dapat memudahkan proses peleburan selanjutnya. Hasil tertinggi untuk peningkatan kadar nikel didapatkan pada variasi 40% arang cangkang kelapa sawit dan 60% batu bara dengan kadar nikel yaitu 2,1225% memiliki persen kenaikan kadar nikel yaitu 24,5964%.

#### KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi pencampuran arang cangkang kelapa sawit dan batu bara dapat dimanfaatkan sebagai reduktor untuk meningkatkan kadar nikel. Adapun variasi pencampuran reduktor yang memperoleh kadar nikel tertinggi yaitu 2,1225% pada variasi 40% arang cangkang kelapa sawit dan 60% batu bara yang menghasilkan persen kenaikan kadar nikel tertinggi sebesar 24,5964%.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Annur, C. M., & Santika, E. F. (2023, March 2). *Deretan Negara Penghasil Nikel Terbesar di Dunia pada 2022, Indonesia Nomor Satu!* Databoks, hal. 1.
- [2] Prasetyo, P. (2016). Sumber Daya Mineral di Indonesia Khususnya bijih Nikel Laterit dan Masalah Pengolahannya Sehubungan dengan UU MINERBA 2009. *Jurnal UMJ*, 1-10.
- [3] Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. 2021. *Cadangan Batubara Masih 38,84 Miliar Ton, Teknologi Bersih Pengelolaannya Terus Didorong*. Indonesia: Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- [4] Al-alang, A. T., & Fadhillah. 2020. Analisis Pengaruh Pemberian Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Nilai Parameter Batubara. *Jurnal Bina Tambang*, 190-199.
- [5] Wahyuningsih. (2019). *Pengaruh Jumlah Reduktor, Temperatur dan Waktu Tahan pada Proses Reduksi selektif Bijih Laterit Kadar Nikel Rendah-Alumina Tinggi*. Bandar Lampung: Universitas Lampung.
- [6] Sebayang, E. N. (2020). *Review Pengaruh Reduktor dalam Reduksi Selektif Bijih Nikel Laterit*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [7] Zulyansyah, D. 2018. *Reduksi Langsung Bijih Nikel Laterit Limonitik dengan Variasi jenis Reduktor terhadap kadar Ni dan Fe serta Recovery menggunakan Bed Batubara*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.