

# PELINDIAN REDUKTIF BIJIH MANGAN NUSA TENGGARA TIMUR DENGAN MENGGUNAKAN MOLASES DALAM SUASANA ASAM

Slamet Sumardi<sup>1,2)</sup>, Mohammad Zaki Mubarak<sup>3)</sup>, Nuryadi Saleh<sup>4)</sup>, F. Firdiyono<sup>5)</sup>

<sup>1)</sup>UPT. Balai Pengolahan Mineral Lampung-LIPI, <sup>2)</sup>Program Studi rekayasa pertambangan, ITB, <sup>3)</sup>Jurusan Metalurgi ITB, <sup>4)</sup>Teknologi Mineral dan batubara, <sup>5)</sup>Pusat Penelitian Metalurgi LIPI

E – mail : slumuth@yahoo.com

Masuk tanggal : 09-10-2012, revisi tanggal : 05-11-2012, diterima untuk diterbitkan tanggal : 19-11-2012

## Intisari

**PELINDIAN REDUKTIF BIJIH MANGAN NUSA TENGGARA TIMUR DENGAN MENGGUNAKAN MOLASES DALAM SUASANA ASAM**. Mangan merupakan logam keempat yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari selain besi, aluminium dan tembaga. Penggunaan lain dari mangan adalah sebagai bahan kimia, desinfektan dan oksidator. Dalam penelitian ini telah dilakukan pengambilan logam mangan dari bijih mangan daerah Kupang Nusa Tenggara Timur dengan metode pelindian reduktif dalam suasana asam sulfat. Agen pereduksi yang digunakan berupa limbah pabrik gula tebu yang dinamakan molases. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh konsentrasi asam sulfat, suhu pelindian dan persen solid terhadap persen ekstraksi mangan dan persen ekstraksi keterlarutan besi. Penelitian diawali dengan preparasi bijih mangan yaitu dengan cara mereduksi ukuran hingga mesh 140 dan dilakukan analisa komposisi kandungan logam sampel bijih dengan menggunakan XRF (x-ray fluorescence). Sejumlah sampel bijih mangan dimasukkan ke dalam reaktor pelindian yang telah berisi asam sulfat dan molases. Variasi percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah konsentrasi reagen pelindi yaitu asam sulfat, suhu pelindian dan persen solid yang digunakan. Pelindian yang bersifat reduktif ini dilakukan selama 6 jam dengan kecepatan pengadukan dibuat tetap yaitu 200 rpm. Persen ekstraksi mangan tertinggi untuk percobaan pelindian reduktif bijih mangan dengan molases sebagai agen pereduksi dalam suasana asam sulfat sebesar 95,33%. Hasil ini dicapai pada konsentrasi asam sulfat 6%, suhu pelindian 70 °C, persen solid 10%, molases yang digunakan 100g/L, kecepatan pengadukan 200 rpm dan waktu pelindian 6 jam.

*Kata kunci : Pelindian reduktif, Molases, Ekstraksi*

## Abstract

**REDUCTIVE LEACHING OF MANGANESE ORE FROM EAST NUSA TENGGARA WITH MOLASSES IN SULFURIC ACID SOLUTION**. Manganese is the fourth most used metal in daily lives besides iron, aluminium and copper. Other usage of manganese is for chemical raw material disinfectant and chemical oxidizing. This experiment was done in Kupang, East Nusa Tenggara to extract manganese from manganese ores by reductive leaching in sulfuric acid conditions. Molasses as waste from sugarcane factory is used as reductor. The purpose of this experiment is to measure the impact of sulfuric acid concentration, leaching temperature and solid percentage on percentage of manganese extraction and percentage of iron solubility extraction. This experiment is preparing manganese ores by reducing into 140 mesh and analyze ores compositions using XRF. Some amounts of manganese ores are inserting into leaching reactor which contains sulfuric acid and molasses. Variables in this experiment are leaching concentration (sulfuric acid), leaching temperature and solid percentage. This leaching is reductive in 6 hours with constant speed 200 rpm. Leaching solution is filtered to separate filtrate with from obtained residue. Filtrate is analyzed using AAS to measure manganese and iron content. Meanwhile residue is dried and weighed. We conclude that manganese extraction on manganese ores from Kupang, NTT can be carried by reductive leaching using molasses as reductive agent on sulfuric acid media. The highest manganese extraction for this experiment is 95, 33 % which can be achieved by using 6% sulfuric acid, 70 °C temperature, 10 % solid, 100 g/L molasses, 200 rpm mixing speed and 6 hours of leaching

*Keywords : Reductive leaching, Molasses, Extraction*

## PENDAHULUAN

Mangan merupakan logam yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari selain besi, aluminium dan tembaga. Hampir 90% mangan yang ada di dunia ini dipergunakan untuk industri besi dan baja. Mangan digunakan dalam produksi *mild steel*, *high carbon ferromanganese* dan *silicomanganese*<sup>[1-2]</sup>. Selain itu penggunaannya untuk produksi baja karbon, medium carbon ferromangan atau electrolytic manganese dioxide. Fungsi logam mangan ini jika dipadukan dengan baja maka baja akan memiliki keuletan sehingga tidak mudah patah. Selain untuk kepentingan metalurgi, mangan juga digunakan untuk produksi senyawa kimia seperti  $\text{KMnO}_4$  yang digunakan untuk desinfektan,  $\text{MnSO}_4$  untuk pakan ternak dan manganese dioxide yang digunakan sebagai komponen baterai kering yang berfungsi untuk depolarisator.<sup>[3]</sup>

Menurut data International Manganese Institute produksi mangan paduan mencapai 17,7 juta metric ton pada tahun 2011, dan hampir 67%- nya atau sekitar 6,6 juta metric ton di produksi oleh negara Cina. Negara-negara yang memproduksi bijih mangan adalah Cina yang merupakan negara terbesar penghasil mangan sekitar 2,7 juta metric ton atau sekitar 24 % diikuti oleh Afrika selatan dan Australia sekitar 17% (1,9 juta metric ton), Brazil sekitar 9 % sebesar 1,9 juta metric ton, Gabon (956 ribu mt), India (845 ribu mt), Kazakhstan (377 ribu mt) dan negara lain termasuk Indonesia sekitar 13% atau 1,4 juta metric ton<sup>[2]</sup>. Sedangkan untuk di Indonesia bijih mangan dalam bentuk pirolusit ini terdapat di daerah Nusa Tenggara Timur, Jawa dan tersebar di daerah Sumatra.

Dengan adanya Peraturan Pemerintah Nomor 7 tahun 2012 mengenai aturan pelarangan menjual bahan tambang secara mentah ke luar negeri mengisyaratkan kita untuk melakukan proses pengolahan menjadi barang setengah jadi atau produk akhir sehingga bahan tambang tersebut memiliki nilai tambah. Bijih logam

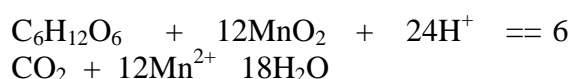
berharga yang dilarang penjualannya keluar negeri ada 14 jenis barang tambang termasuk di dalamnya adalah bijih mangan<sup>[4]</sup>. Dengan hadirnya aturan tersebut diharapkan munculnya beberapa smelter-smelter baru atau pabrik pengolahan bahan galian menjadi konsentrat siap diolah menjadi logam murni yang siap dipasarkan. Peraturan yang bersifat *multiplayer effect* ini nantinya akan menguntungkan bangsa kita sendiri mulai penyerapan tenaga kerja lokal dan meningkatkan kesejahteraan bangsa.

Pengolahan bijih mangan dibagi menjadi dua bagian yaitu secara pirometalurgi dan hidrometalurgi. Bijih mangan dengan kadar di atas 40% atau biasa disebut dengan *metallurgical grade* diolah secara pirometalurgi menjadi logam ferromangan<sup>[5]</sup>. Sedangkan bijih mangan dengan kadar di bawah 40% digunakan untuk produksi senyawa kimia seperti kalium permanganat,  $\text{MnO}_2$  dan lain-lain. Bijih mangan jenis mineral pirolusit ini dapat dilakukan pelarutan selektif dalam suasana asam. Pelindian mangan ini bersifat reduktif, dalam pelaksanaannya dibutuhkan senyawa tertentu untuk menurunkan bilangan oksidasi Mn dari Mn(IV) menjadi Mn(II) sehingga dapat dilarutkan dengan menggunakan senyawa asam<sup>[6]</sup>.

Studi yang dilakukan oleh Das dan kawan-kawan<sup>[7]</sup> menunjukkan terjadinya reaksi antara  $\text{MnO}_2$  di dalam bijih mangan kadar rendah dengan ferro sulfat. Mangan yang dapat diambil dari bijihnya ini lebih dari 90% dengan kondisi operasi meliputi temperatur diatur pada suhu 90 °C dan dengan sejumlah ferro sulfat sesuai hitungan stoikiometri dan perbandingan solid: liquid 1:10. Dalam kondisi ini *slurry* yang dihasilkan menjadi susah disaring karena berbentuk gelatin. Pelindian reduktif dari bijih mangan dari dasar laut dan bijih mangan kadar rendah dengan aqueous  $\text{SO}_2$  atau garam sulfit sudah mulai banyak dipublikasikan. Bahan reduktor yang sering digunakan sebagai pengawet

makanan ini cukup efektif untuk bijih mangan kadar tinggi. Aqueous SO<sub>2</sub> sudah dilaporkan dalam perkolasi maupun agitasi leaching. Dalam proses ini SO<sub>2</sub> dioksidasi menjadi SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> dengan S<sub>2</sub>O<sub>6</sub><sup>2-</sup> sebagai produk samping tergantung kondisi seperti pH larutan, temperatur dan potensial redoksnya. Rata-rata ekstraksi mangan yang dihasilkan pada penelitian itu di atas 90%<sup>[8]</sup>.

Selain itu Glukosa juga digunakan sebagai agen pereduksi dalam melindi bijih mangan kadar rendah<sup>[9]</sup>. Dalam penelitian ini dipelajari pengaruh konsentrasi asam sulfat, suhu pelindian dan persen solid terhadap persen ekstraksi mangan dan juga keterlarutan logam lain yaitu besi. Reaksi yang terjadi antara glukosa dengan MnO<sub>2</sub> dapat dituliskan melalui persamaan berikut:



Beberapa alasan penggunaan molases dalam percobaan ini adalah molases merupakan limbah pabrik gula yang keberadaannya cukup melimpah dan harganya murah. Sedangkan kadar glukosa dalam penelitian ini sekitar 24%.

## PROSEDUR PERCOBAAN

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah bijih mangan yang diambil dari daerah Kupang, Nusa Tenggara Timur dengan komposisi kandungan logamnya disajikan pada Tabel 1.

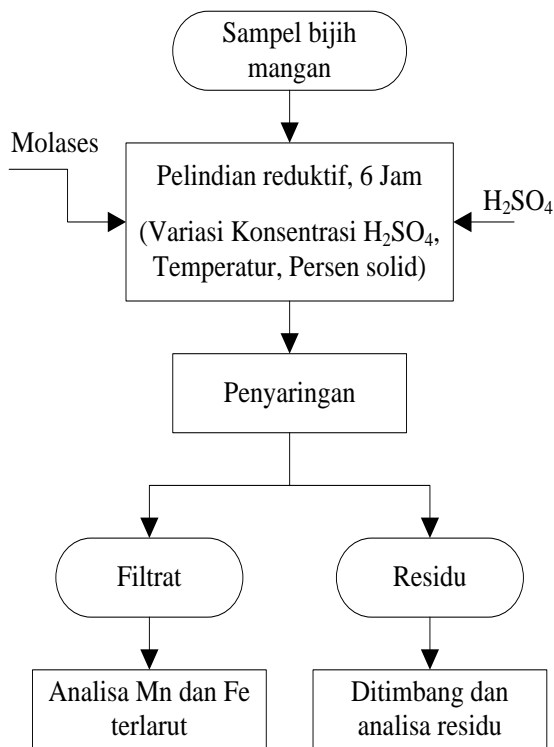
**Tabel 1.** Hasil analisa XRF bijih mangan yang diambil dari Kupang, Nusa Tenggara Timur

Senyawa	Jumlah (% berat)	Unsur	Jumlah (% berat)
MnO <sub>2</sub>	71,90	Mn	45,44
SiO <sub>2</sub>	19,71	Si	9,21
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,73	Al	0,39

Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,04	Fe	0,73
TiO <sub>2</sub>	0,26	Ti	0,22
K <sub>2</sub> O	0,10	K	0,08
CaO	1,71	Ca	1,22
MgO	1,03	Mg	0,62
Na <sub>2</sub> O	0,20	Na	0,15
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,14	P	0,06
SO <sub>3</sub>	0,35	S	0,140

## Diagram Alir percobaan

Percobaan pelindian reduktif dengan menggunakan molases sebagai agen pereduksi dalam asam sulfat ini diawali dengan melakukan preparasi terhadap sampel yang akan digunakan. Preparasi ini dengan mereduksi ukuran hingga -140 mesh. Sampel digerus dengan menggunakan mini *jaw crusher* hingga ukuran 10 mesh, dilanjutkan dengan menuangkan sampel kedalam *roll mill* hingga ukuran lolos 10 mesh, sedangkan sampel yang tertampung dalam mesh 10 dikembalikan ke dalam *roll mill*. Sampel kemudian disampling dengan menggunakan metode *quartening* dan *splitting* sampai berat yang diinginkan, kemudian sampel tersebut digerus halus hingga -140 mesh. Tabel 1 menunjukkan hasil analisis XRF (*X-ray fluorescence*) untuk bijih mangan yang akan digunakan dalam penelitian ini. Diagram alir percobaan ini disajikan pada Gambar 1. Pelindian dilakukan selama 6 jam dengan beberapa variasi percobaan diantaranya konsentrasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, temperatur pelindian dan persen solid. Larutan pelindian yang kaya akan logam mangan kemudian dilakukan penyaringan. Filtrat yang diperoleh dianalisa kadar Mn dan Fe dengan menggunakan AAS (*atomic absorption spectrometry*) sedangkan residu atau senyawa yang tidak larut dikeringkan dan ditimbang serta dilakukan analisa SEM (*scanning electron microscope*).



**Gambar 1.** Diagram alir percobaan pelindian bijih mangan Kupang menggunakan molases dalam suasana asam

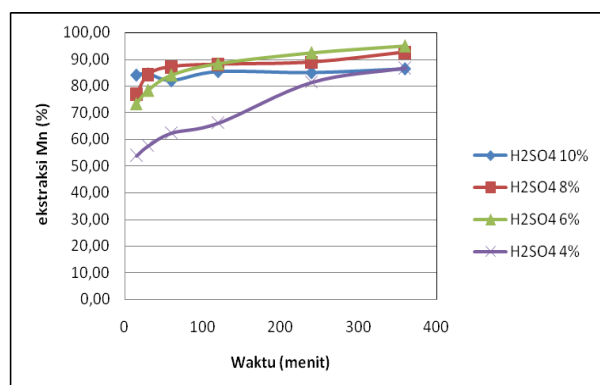
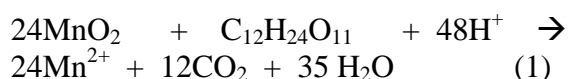
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengaruh Konsentrasi Asam Sulfat

Konsentrasi merupakan salah satu faktor penentu cepat atau lambatnya suatu reaksi pelindian bijih mangan. Pada umumnya semakin tinggi konsentrasi maka laju reaksi menjadi semakin cepat. Hal serupa terjadi pada pelindian bijih mangan dengan molases sebagai agen pereduksinya. Hasil percobaan pelindian dengan variasi konsentrasi asam sulfat ditunjukkan pada Gambar 2. Pada periode awal pelindian (0-120 menit), dengan konsentrasi asam sulfat 6%, 8% dan 10% dihasilkan persen ekstraksi mangan yang hampir sama yaitu sekitar 80%. Pada konsentrasi asam sulfat 4% dalam selang waktu yang sama mangan yang dapat diekstraksi hanya sekitar 50%. Dari hasil percobaan yang disajikan pada Gambar 2 menunjukkan bahwa pada konsentrasi asam sulfat 4% diperlukan waktu yang

lebih lama untuk mendapatkan Mn hingga 80%. Persen ekstraksi Mn paling tinggi diperoleh pada konsentrasi asam sulfat 6% sesudah 360 menit yaitu 94,88%. Peningkatan konsentrasi asam sulfat 8% dan 10% justru menurunkan persen ekstraksi Mn masing-masing menjadi 92,6% dan 86,43%. Hal ini mungkin disebabkan karena viskositas larutan yang semakin meningkat dengan peningkatan konsentrasi asam sulfat sehingga menyebabkan laju perpindahan ion  $H^+$  semakin berkurang.

Molases memberikan persen ekstraksi Mn yang lebih tinggi dibandingkan persen ekstraksi Mn dari percobaan pelindian dengan menggunakan reduktor asam oksalat. Hal ini terjadi karena pada molases selain glukosa, terkandung juga fruktosa yang memiliki kemampuan yang sama seperti glukosa sehingga terdapat dua reduktor yang bekerja yaitu glukosa dan fruktosa. Tipikal komposisi molases disajikan pada Tabel 2. Fruktosa ini akan mereduksi  $Mn^{4+}$  menjadi  $Mn^{2+}$  sesuai persamaan reaksi berikut<sup>[9]</sup>:



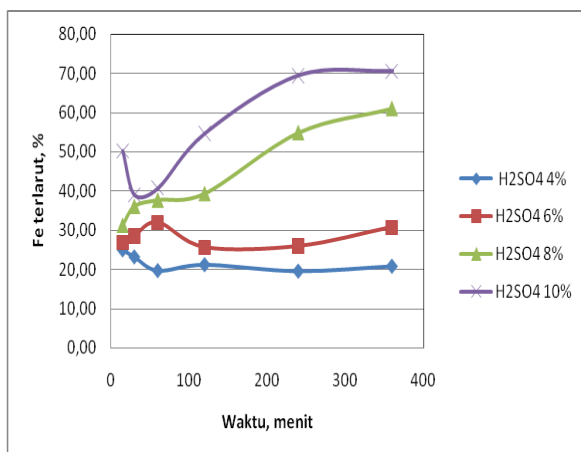
**Gambar 2.** Pengaruh konsentrasi asam sulfat pada pelindian bijih mangan Kupang terhadap persen ekstraksi Mn (Suhu 80 °C, 10% Solid)

**Tabel 2.** Tipikal komposisi molases<sup>[10]</sup>

Komponen	Analisa	Kadar (%)
Air	Gravimetri	20
Sakarosa	Somoghi-nelson	32

Glukosa	Somoghi-nelson	14
fruktosa	Somoghi-nelson	16
Nitrogen	Kjedall	10
Senyawa Anorganik	Titrimetri	7,8

Berbeda dengan Mn, persen keterlarutan besi, persen keterlarutan paling tinggi didapatkan pada konsentrasi asam sulfat yaitu 10%. Pada kondisi ini, besi yang ikut terlarut sesudah 360 menit sebesar 70%. Hasil-hasil percobaan pengaruh variasi konsentrasi asam sulfat terhadap keterlarutan besi pada suhu 80 °C, molases yang digunakan 100 g/L<sup>[9]</sup>, dengan persen solid sebesar 10%. ditunjukkan pada Gambar 3.

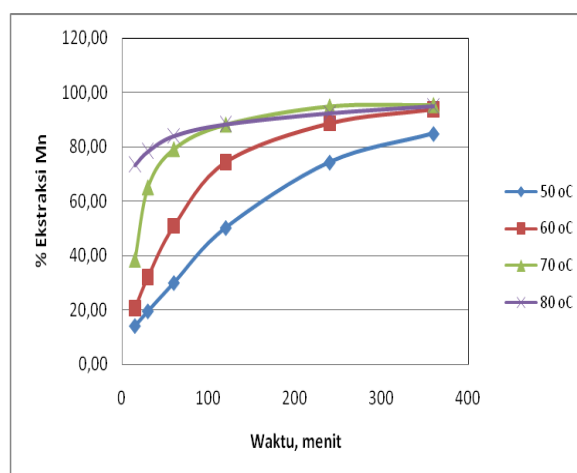


**Gambar 3.** Pengaruh konsentrasi asam sulfat pada pelindian bijih mangan Kupang terhadap persen keterlarutan besi

### Pengaruh Suhu Pelindian

Persen ekstraksi Mn sebagai fungsi waktu pada percobaan pelindian bijih mangan Kupang dengan menggunakan molases dengan variasi suhu dapat dilihat pada Gambar 4. Hasil percobaan seperti terlihat pada Gambar 4 memperlihatkan bahwa peningkatan suhu dari 50 °C hingga 70 °C cenderung meningkatkan persen ekstraksi Mn. Pada suhu 50 °C persen ekstraksi Mn yang dihasilkan dalam waktu 36 menit adalah 84,82%, sementara ketika suhu dinaikkan hingga 70 °C persen ekstraksi Mn meningkat cukup signifikan

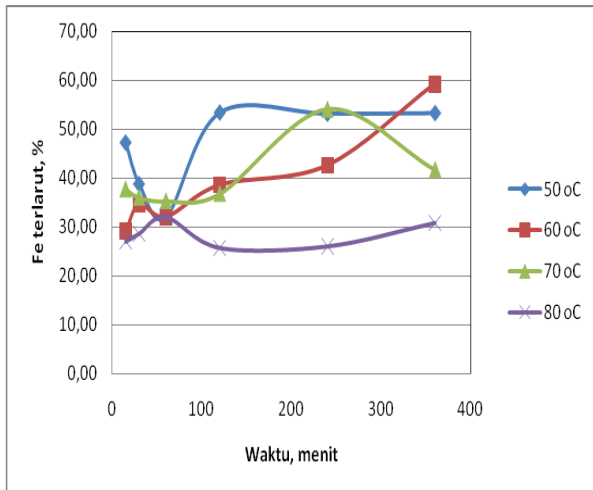
hingga 95,33%. Peningkatan suhu lebih lanjut hingga 80 °C sedikit menurunkan persen ekstraksi Mn yaitu menjadi 94,88%. Penurunan ini diperkirakan karena glukosa yang ada di dalam molases sudah mulai terdekomposisi sehingga mengurangi kemampuannya mereduksi Mn<sup>4+</sup>. Hasil-hasil percobaan dengan variasi suhu dengan menggunakan agen pereduksi molases, menunjukkan bahwa persen ekstraksi Mn yang paling tinggi dicapai pada suhu 70 °C, sehingga percobaan selanjutnya dengan variasi persen solid dilakukan pada suhu 70 °C.



**Gambar 4.** Persen ekstraksi Mn sebagai fungsi waktu dan suhu pada percobaan pelindian bijih mangan Kupang dengan reduktor molases

Hasil-hasil percobaan pengaruh suhu terhadap keterlarutan Fe dalam pelindian menggunakan molases ditunjukkan pada Gambar 5. Sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 5, pada suhu 50 °C Fe yang ikut terlarut dalam larutan pelindi adalah 53,28%. Persen keterlarutan besi semakin meningkat saat suhu mulai dinaikkan mencapai 60 °C yaitu menjadi 59,30%. Namun ketika suhu dinaikkan menjadi 70 °C atau 80 °C besi yang terlarut kembali menurun. Penjelasan ini sama seperti yang terjadi pada perilaku ekstraksi mangan dalam larutan dengan reduktor molases sebagai fungsi suhu dimana pada suhu yang lebih tinggi kemungkinan terdekomposisinya glukosa menjadi lebih

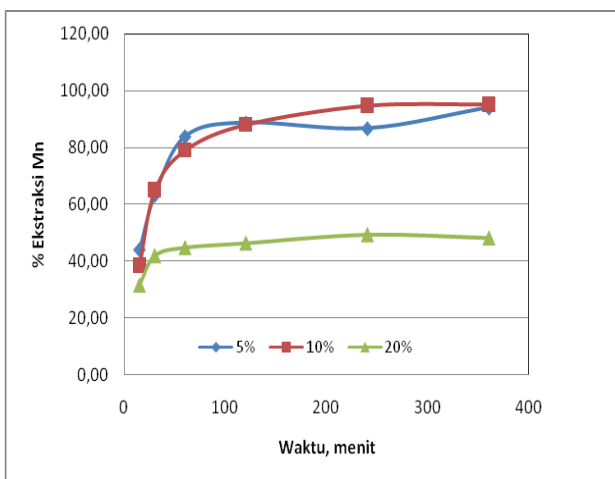
besar sehingga menyebabkan persen keterlarutan besi di dalam larutan menjadi semakin kecil.



**Gambar 5.** Pengaruh suhu pelindian bijih mangan Kupang terhadap persen keterlarutan Fe ( $H_2SO_4$  6%, 10% Solid)

### Pengaruh Persen Solid

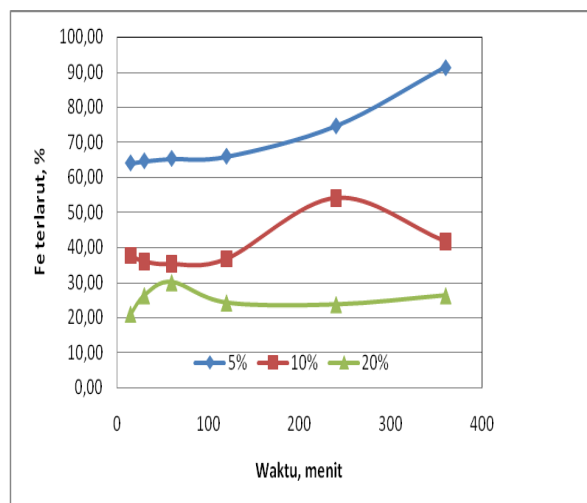
Hasil-hasil percobaan dengan reduktor molases menunjukkan bahwa persen solid berpengaruh signifikan pada persen ekstraksi mangan. Persen ekstraksi mangan yang terjadi sebagai fungsi waktu pada percobaan pelindian bijih mangan menggunakan molases sebagai agen pereduksinya dengan variasi persen solid disajikan pada Gambar 6.



**Gambar 6.** Persen ekstraksi Mn sebagai fungsi waktu pada percobaan pelindian bijih mangan Kupang dengan variasi persen solid

Dari hasil-hasil penelitian yang disajikan pada Gambar 6 di atas terlihat bahwa persen ekstraksi tertinggi dapat dicapai pada pelindian dengan persen solid 10 % yaitu sekitar 95,33 %. Ketika persen solid diturunkan menjadi 5% persen, ekstraksi mangan pada pelindian ini menurunkan persen ekstraksi logam Mn mencapai 94,06%, namun penurunan ini tidak signifikan. Ketika persen solid dinaikkan hingga 20% persen ekstraksi mangan menjadi turun sekitar 50 persennya mencapai angka 48,32%. Secara umum semakin kecil persen solid yang digunakan akan semakin meningkatkan persen ekstraksi suatu logam. Persen solid dalam pelindian ini akan menentukan kapasitas pelindian. Semakin tinggi persen solid maka kapasitas pelindian dalam satuan berat bijih kering tiap satuan waktu yang akan diolah menjadi semakin tinggi. Namun dengan semakin tingginya persen solid akan dibutuhkan juga reagen pelindi dan energi yang lebih banyak.

Keterlarutan besi pada pelindian bijih mangan menggunakan molases dengan variasi persen solid disajikan pada Gambar 7. kondisi percobaan dilakukan pada suhu 70 °C dengan konsentrasi asam sulfat 6% dan kecepatan pengadukan 200 rpm.



**Gambar 7.** Pengaruh persen solid pelindian bijih mangan Kupang terhadap persen keterlarutan Fe ( $H_2SO_4$  6%, suhu 70 °C)

Sebagaimana yang telah disebutkan pada percobaan pelindian dengan variasi persen solid dengan molases sebagai agen pereduksinya, maka dalam percobaan ini pada menit-menit awal percobaan dengan variasi persen solid 5% diperoleh keterlarutan besi diatas 50% yaitu sekitar 64%. Besi hampir semua ikut terlarut pada menit terakhir sampel diambil yaitu pada menit ke-360 yang mencapai persen keterlarutan besi 91,35. Pada saat persen solid dinaikkan menjadi 10% dan 20% terjadi penurunan yang signifikan pada persen keterlarutan besi masing-masing 41,68% dan 26,31%.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil percobaan, analisa dan pembahasan yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Ekstraksi mangan dari bijih mangan Kupang, NTT dapat dilakukan dengan pelindian reduktif menggunakan agen pereduksi molases dalam media asam sulfat.
2. Persen ekstraksi mangan tertinggi untuk percobaan pelindian reduktif bijih mangan dengan molases sebagai agen pereduksi dalam suasana asam sulfat sebesar 95,33%. Hasil ini dicapai pada konsentrasi asam sulfat 6%, suhu pelindian 70 °C, persen solid 10%, molases yang digunakan 100g/L, kecepatan pengadukan 200 rpm dan waktu pelindian 6 jam.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan terimakasih kepada Litbang Tekmira yang telah memberikan dukungan dana penelitian dan kepada Kemenristek yang telah memberikan kesempatan beasiswa untuk kuliah.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Svere,E, Olsen, Tangstad M. 2007. „*Production of Manganese Ferro Alloys*, Tapir Academic Press
- [2] [Http://www.mangananese.org/production/php](http://www.mangananese.org/production/php) diunduh pada tanggal 25 November 2012, pukul 14.00 WIB
- [3] Habasi, fathi, 1997, *Handbook Of Extractive Metallurgy*, Volume IV, Wiley-VCH, Canada.
- [4] Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 07 tahun 2012 tentang *Peningkatan Nilai Tambah Mineral melalui kegiatan Pengolahan Dan Pemurnian Mineral*.
- [5] Yucel Onauraip and Emir Ari M, 2001, *Carbothermic Smelting of Tavas Manganese Ore Turkey*, Vol.20, No 5-6
- [6] Zhang W, Cheng,C,Y. 2007. Manganese metallurgy review. Part I: „Leaching of Ores/Secondary materials and recovery of electrolytic/Chemical Dioxide”. *Hydrometallurgy*. : 89, pp 137-159.
- [7] Das,S,C., Sahoo P,K. 1982. „Extraction of Manganese from Low Grade Ores by Ferrous Sulfat Leaching”. *Hydrometallurgy*. : 8(I), pp. 35-47.
- [8] Petric, L.M. 1995. „Molecular Interpretation for SO<sub>2</sub> Dissolution Kinetics of Pyrolusite, Manganit and Hematite”. *Applied geochemistry*.:10(3), pp 253-267.
- [9] Pagnanelli, F, Furlani, G, valentini, P, Veglio F, Toro,L. 2004. „Leaching of Low Grade Manganese Ores Using Nitric Acid and Glucose: Optimization of the Opretaing Conditions”. *Hydrometallurgy*. :75, pp 157-167

- [10] Slamet Sumardi. 2013. *Proses Pelindian Bijih Mangan dengan Menggunakan Asam Oksalat dan Molases sebagai Agen Pereduksi dalam Media Asam dan Proses Sintesis Mangan Dioksida dengan Menggunakan Metode Hidrothermal*, Laporan Thesis, Jurusan Rekayasa Pertambangan, Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan, Institut Teknologi Bandung.

## **RIWAYAT PENULIS**

**Slamet Sumardi**, lahir di Bantul, 26 April 1979. Menamatkan Strata-1 (S-1) Kimia UNY Jogjakarta. Saat ini bekerja sebagai Peneliti di UPT. Balai Pengolahan Mineral Lampung LIPI