



REDUKSI BIJIH MANGAN

Edysul Isdar^{1a}, Aruyo Suharyanto^{2b} dan Jasdar Agus^{1c*}

¹Prodi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar

²Badan Riset dan Inovasi Nasional, Tangerang

^aEdysulisdar140202@gmail.co, ^bariyo_geo@yahoo.com, ^cjasdarphysics@gmail.com

ABSTRACT: Manganese ore extraction has been carried out using the reduction method. The purpose of this study was to determine the content of manganese ore before and after the roasting process. Prior to manganese ore reduction, manganese ore samples were characterized by XRF and XRD. Characterization was carried out to determine the chemical composition of the manganese ore. The roasting process is carried out by mixing 1500 grams of manganese ore with 300 grams of wood charcoal at a temperature of 700°C for 2 hours. The roasting process is carried out to change the manganese ore phase from MnO₂ to MnO. Changing the phase to MnO is very important because Mn⁴⁺ is relatively stable in acidic solutions so as to facilitate the manganese dissolution process. There are differences in the chemical composition of manganese ore before the roasting process and after the roasting process. The roasting process was carried out at a temperature of 700 C for 2 hours. To determine the chemical composition of manganese ore, characterization was carried out using XRD. Where manganese ore that has not gone through the roasting process has a chemical composition of 29.14% MnO₂. Meanwhile, manganese ore that has been roasted has a chemical composition of 40.09% MnO₂.

ABSTRAK: Telah dilakukan dilakukan ekstraksi bijih mangan dengan menggunakan metode reduksi. Tujuan dari penelitian ini adalah Untuk mengetahui kandungan bijih mangan sebelum dan sesudah proses roasting. Sebelum dilakukan reduksi pada bijih mangan, sampel bijih mangan dikarakterisasi dengan XRF dan XRD. Karakterisasi dilakukan untuk mengetahui komposisi kimia dalam bijih mangan tersebut. Proses pemanggangan (roasting) dilakukan dengan mencampur sebanyak 1500 gram bijih mangan dengan 300 gram arang kayu pada temperatur 700°C selama 2 jam. Proses pemanggangan dilakukan untuk merubah fasa bijih mangan dari MnO₂ menjadi MnO. Merubah fasa menjadi MnO sangat penting dilakukan karena Mn⁴⁺ relatif stabil dalam larutan asam sehingga untuk mempermudah proses pelarutan mangan. Terdapat perbedaan komposisi kimia bijih mangan sebelum proses roasting dan setelah proses roasting. Proses roasting dilakukan pada suhu 700 °C selama 2 jam. Untuk mengetahui komposisi kimia dari bijih mangan, maka dilakukan karakterisasi menggunakan XRD . Dimana bijih mangan yang belum melalui proses roasting memiliki komposisi kimia 29,14% MnO₂. Sedangkan bijih mangan yang telah melalui proses roasting memiliki komposisi kimia 40,09% MnO₂.

Kata Kunci: Biji mangan, roasting, XRD

**corresponding author*

jasdarphysics@gmail.com

DOI:

PENDAHULUAN

Mangan oksida fase *housemanite* (Mn_3O_4) memiliki kegunaan dan keunggulan superior dibandingkan oksida mangan lainnya dalam berbagai aplikasi. Beberapa aplikasi hausmanite termasuk sensor elektrokimia (Machini *et al.*, 2013), katoda untuk superkapasitor (Kulkarni *et al.*, 2017), bahan katarminesis, dan sensor senyawa organik volatil (Lan *et al.*, 2015). *House Manite* diperoleh dari reaksi $MnCl_2$ dengan N_2 dan $NaOH$. Ini digunakan untuk mensintesis sensor elektrokimia berstruktur nano untuk mendeteksi ion natrium dalam urin. Penggunaan hausmanite secara signifikan meningkatkan selektivitas sensor dibandingkan dengan oksida mangan lainnya (Machini *et al.*, 2013). Pada Januari 2017, Kulkarni dkk juga memproduksi katoda mangan oksida housemanite untuk aplikasi superkapasitor. Metode yang digunakan adalah spray pyrolysis menggunakan bahan utama $MnCl_2$ (Kulkarni, *et al.*, 2017). Lantal (2015) juga mensintesis nanorod - $MnOOH$ secara hidrotermal dan mengonversi oksida dari nanorod MnO_2 , Mn_2O_3 , dan Mn_3O_4 . Hasil penelitian menunjukkan bahwa fase nanorod MnO_2 terbentuk pada suhu pembakaran $400^\circ C$ selama 4 jam dan fase nanorod Mn_2O_3 dan Mn_3O_4 diperoleh pada suhu pembakaran $700^\circ C$ selama 5 jam (Lan, *et al.*, 2015).

Mangan hidroksida ($Mn(OH)_2$) dapat diperoleh dari pengendapan hidroksida $MnSO_4$ hasil pelindihan batuan mangan. Adapun beberapa metode pengendapan yang sering digunakan yaitu pengendapan hidroksida, pengendapan karbonat, pengendapan oksidasi dan pengendapan sulfida (Deepti, *et al.*, 2015). Pelindihan batuan mangan dilakukan dengan menggunakan pelarut asam dengan penambahan reduktor tertentu. Pengembangan metode hidrometalurgi sudah banyak dilakukan yakni dengan menggunakan pelarut asam tertentu seperti yang telah dilakukan oleh beberapa peneliti antara lain asam sulfat (Tian, *et al.*, 2009); (Xue, *et al.*, 2014), (Nayl, *et al.*, 2011), asam nitrat (Lasheen, *et al.*, 2009) dan asam klorida (Kanugo, *et al.*, 1981). Batuan mangan dalam hal ini pirolusit (MnO_2) tidak dapat larut dalam asam sehingga perlu ditambahkan reduktor tertentu agar mangan berada dalam bentuk Mn^{2+} .

Banyak reduktan yang telah diterapkan untuk mengembangkan proses yang efisien dan ekonomis untuk pelindihan mangan dari bijih oksida mangan. Penelitian tentang penggunaan biomasa sebagai reduktor seperti tetes tebu/molases (Lasheen,*et al.*, 2009); (Su,*et al.*, 2007), bonggol jagung (Tian, *et al.*, 2009), limbah teh (Qing, *et al.*, 2013), serbuk kayu (Hariprasad, *et al.*, 2007) telah dilakukan. Berdasarkan uraian diatas maka, pada penelitian ini akan dilakukan pelindihan bijih mangan menggunakan metode reduksi dengan reduktor arang pada suhu $700^\circ C$.

METODE PENELITIAN

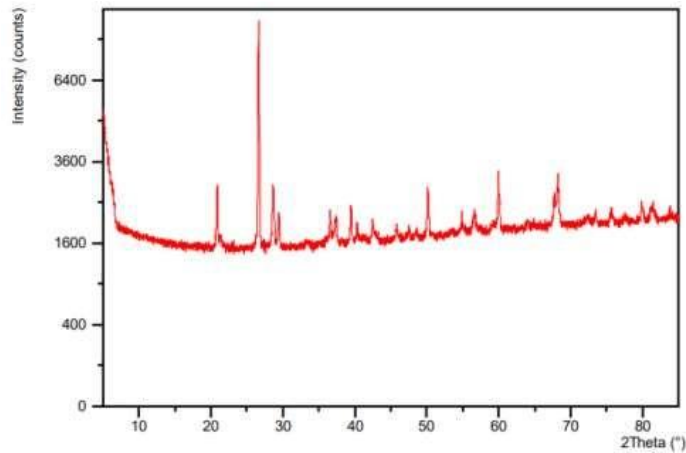
Semua proses yang dilakukan pada penelitian dilakukan di Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) Pusat Riset Metalurgi dan Material Laboratorium Pirometalurgi. Langkah pertama yang dilakukan adalah menghaluskan arang kayu menjadi serbuk menggunakan *Jaw crusher* dan *Disc mill*, kemudian menimbang bijih mangan dan serbuk arang kayu. Bijih mangan dan serbuk arang kayu kemudian dicampur dalam kendi dengan perbandingan 1:5 dan menyiapkan wadah dan air untuk roasting bijih mangan. Setelah proses preparasi sampel selesai maka langkah selanjutnya yaitu reduksi bijih mangan. Memasukkan kendi yang berisi bijih mangan ke dalam tungku pembakaran. Tungku kemudian melalui proses pembakaran selama 2 jam dan ketika sudah mencapai suhu $700^\circ C$, tuangkan bijih mangan ke dalam wadah yang telah diisi air untuk proses roasting.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Karakterisasi Sebelum Proses Roasting

Tabel 1 Komposisi Kimia Bijih Mangan dengan Uji XRF

Formula	MnO ₂	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	Na ₂ O	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	BaO	P ₂ O ₅	TiO ₂	K ₂ O
% Berat	29,14	13,86	44,06	0,00	1,25	8,86	0,82	0,00	0,77	0,19	0,20

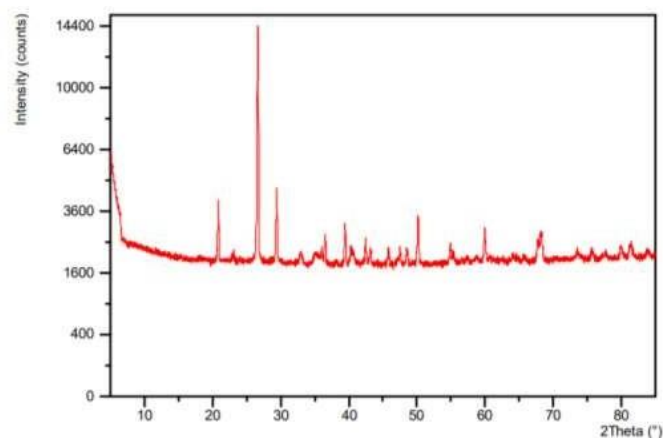


Gambar 1 Pola Difraksi Sinar-X Bijih mangan sebelum ProsesRoasting

2. Karakterisasi Setelah Proses Roasting

Tabel 2 Komposisi Kimia Bijih Mangan dengan Uji XRF

Formula	MnO ₂	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	Na ₂ O	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	BaO	P ₂ O ₅	TiO ₂	K ₂ O
% Berat	40,09	17,75	20,90	0,00	0,46	17,73	0,00	0,00	1,19	0,22	0,25



Gambar 1. Pola Difraksi Sinar-X Bijih mangan sebelum ProsesRoasting

Proses pirometalurgi menggunakan suhu tinggi dalam mengekstraksi mangan. Pada jalur pirometalurgi, bijih dilewatkan melalui proses tertentu pada suhu tinggi, pengeringan, kalsinasi, pemanggangan, peleburan dan mengkonversi. proses pirometalurgi umumnya menghasilkan logam ferromangan. Proses ini memerlukan energi yang intensif karena semua kadar air dalam bijih dihilangkan, dikalsinasi, dan kemudian meleleh membentuk slag yang sesuai pada suhu sekitar 1600°C .

Sebelum dilakukan reduksi pada bijih mangan, sampel bijih mangan dikarakterisasi. Karakterisasi dilakukan untuk mengetahui komposisi kimia dalam bijih mangan tersebut. Hasil pengujian komposisi kimia bijih mangan dengan menggunakan *X-Ray Fluorescence* (XRF) ditunjukkan dalam Tabel. Dari hasil pengujian komposisi kimia seperti pada Tabel 1 terlihat bahwa kandungan bijih mangan terdiri 29,14% MnO_2 dan 44,06% SiO_2 , 13,86% Fe_2O_3 sebagai pengotor utamanya. Hasil ini sesuai dengan karakteristik yang dilakukan dengan analisa difraksi sinar-X (XRD) dimana fasa utama yang terbentuk adalah mangan oksida, silika dan besi oksida. Pola difraksi dan fasa yang terbentuk dari bijih mangan ditunjukkan pada gambar 1.

Proses pemanggangan (roasting) dilakukan dengan mencampur sebanyak 1500 gram bijih mangan dengan 300 gram arang kayu pada temperatur 700°C selama 2 jam. Proses pemanggangan dilakukan untuk merubah fasa bijih mangan dari MnO_2 menjadi MnO . Merubah fasa menjadi MnO sangat penting dilakukan karena Mn^{4+} relatif stabil dalam larutan asam sehingga untuk mempermudah proses pelarutan mangan. Dalam penelitian ini, mangan valensi 4 dirubah menjadi mangan valensi 2 atau Mn^{2+} yang lebih mudah larut dalam media asam. Fasa-fasa yang terbentuk dari hasil pengujian difraksi sinar-X pada bijih mangan hasil proses roasting ditunjukkan pada gambar 2.

Fasa-fasa yang terbentuk setelah proses pemanggangan adalah MnO , Mn_3O_4 dan SiO_2 . Berdasarkan gambar 1 dan gambar 2, dapat dilihat bahwa fasa MnO_2 yang terbentuk setelah dilakukan pemanggangan berubah menjadi MnO yang terbentuk setelah dilakukan pemanggangan berubah menjadi MnO sedangkan fasa SiO_2 tidak terjadi perubahan. Selain kedua fasa tersebut, masih terdapat fasa Mn_3O_4 karena pada temperature 700°C reaksi reduksi bijih mangan dengan karbon membentuk fasa MnO belum berlangsung secara sempurna.

Hasil analisa komposisi kimia kandungan unsur Mn dalam bijih mangan setelah proses pemanggangan (roasting) dengan menggunakan XRF sebesar 40,09%. Data hasil pengujian komposisi kimia dengan digunakan XRF untuk perhitungan nilai persen mangan yang teresttrak pada proses roasting.

KESIMPULAN

Terdapat perbedaan komposisi kimia bijih mangan sebelum proses roasting dan setelah proses roasting. Proses roasting dilakukan pada suhu 700°C selama 2 jam. Untuk mengetahui komposisi kimia dari bijih mangan, maka dilakukan karakterisasi menggunakan XRD dan XRF. Dimana bijih mangan yang belum melalui proses roasting memiliki komposisi kimia 29,14% MnO_2 . Sedangkan bijih mangan yang telah melalui proses roasting memiliki komposisi kimia 40,09% MnO_2 .

Edysul Isdar, dkk.

DAFTAR PUSTAKA

- Alafara, A.B., Lateef, I., Folahan, A., Adekola, Rafiu, B.B., Malay, K., Ghosh., Abdul, R.S., Sangita, R.P., Olushola, S.A., Ismail, O., and Folorunsho., (2014), Hydrometallurgical Processing Of Manganese Ores: A Review. *Journal Of Minerals And Materials Characterization And Engineering*, 230-247.
- Caner, H.K., (2010), Hydrometallurgical processing of lateritic nickel ores. Graduate School of Naturaland Applied Sciences of Middle East Technical University.
- Chai, Y., Liu, S., Yin, X., Hao, Q., Zhang, M., and Wang, T., (2010), Facile Preparation Of Porous One-Dimensional Mn₂O₃ Nanostructures And Their Application As Anode Materials For Lithium-Ion Batteries.
- Cheng, Z., Guocai, Z., and Yuna, Z., (2008), Study In Reduction-Roast Leaching Manganese From Low-Grade Manganese Dioxide Ores Using Cornstalk As Reductant. *Hydrometallurgy*, 176-179.
- Handaru, S., (2008), Recovery Nikel Dari Bijih Limonite Tereduksi Oleh Leaching Ammonium Bikarbonat . Jakarta: Departemen Teknik Metalurgi dan Material Universitas Indonesia.
- Kanugo, S.B., and Sant, B.R., (1981), Dephosphorization Of Phosphorus-Rich Manganese Ores By Selective Leaching With Dilute Hydrochloric Acid. *International Journal of Mineral Processing*, 359-375.
- Kulkarni, S., Puthusseri, D., Thakur, S., Banpurkar, A., and Patil, S., (2017), Hausmannite Manganese Oxide Cathodes For Supercapacitors: Surface Wettability And Electrochemical Properties. *Electrochimia Acta*, 460-467.
- Lan, L., Li, Q., Gu, G., Zhang, H., and Liu, B., (2015), Hydrothermal Synthesis Of γ - MnOOH Nanorods And Their Conversion To MnO₂, Mn₂O₃ And Mn₃O₄ Nanorods. *Journal Of Allys And Compounds*, 430-437.
- Lasheen, T.A., Hazek, M.N.E., and Helal, A.S., (2009), Kinetics Of Reductive Leaching Of Manganese Oxide Ore With Molasses In Nitric Acid Solution. *Hydrometallurgy*, 314-317.
- Liu, Y., Lin, Q., Li, L., Fu, J., Zhu, Z., Wang, C., and Qian, D., (2013), Study On Hydrometallurgical Process And Kinetics Of Manganese Extraction From Low-Grade Manganese Carbonate Ores. *International Journal of Mining Science and Technology*, 567-571.
- Machini, W.B.S., Martin, C.S., Martinez, M.T., Teixeira, S.R, Gomes, H.M., and Teixeira, M.F.S., (2013), Development Of An Electrochemical Sensor Based On Nanostructured Hausmannite Type Manganese Oxide For Detection Of Sodium Ions. *Sensors And Actuators B: Chemical*, 674-680.
- Moradkhani, D., Mahdieh, M., and Eltefat A., (2012), Nanostructured MnO₂ Synthesized Via Methane Gas Reduction Of Manganese Ore And Hydrothermal Precipitation Methods. *Transaction Of Nonferrous Metals Society Of China*, 134-139.
- Nayl, A.A., Ismail, I.M., and Aly, H.F., (2011), Recovery Of Pure MnSO₄.H₂O By Reductive Leaching Of Manganese From Pyrolusite Ore By Sulfuric Acid And Hydrogen Peroxide. *International Journal of Mineral Processing*, 116- 123.
- Putri, E.S., and Supartono., (2015), Pemanfaatan Limbah Tandan Kelapa Untuk Pembuatan Bioetanol Melalui Proses Hidrolisis dan Fermentasi. *Indonesian Jurnal of Chemical*

- Edysul Isdar, dkk.
 Science, 4, No. 2.
- Qing, T., Hong, Z., Shuai, W., Jin-Zhong, L., and Guang-yi, L., (2013), Reductive Leaching Of Manganese Oxide Ores Using Waste Tea As Reductant In Sulfuric Acid Solution. Transactions of Nonferrous Metals Society of China, 861-867.
- Santos, O.H., Carvalho, C.F., Gilmore, A.S., and Claudio, G.S., (2014), Manganese Ore Tailing: Optimization Of Acid Leaching Conditions And Recovery Of Soluble Manganese. Journal of Environmental Management, 314-320.
- Saut R.B., (2010), Pertambangan Batu Mangan di NTT. Indonesia.
- Sorensen B., Sean G., Eli R., Merete T., Ring K., and Oleg O., (2010), Phase compositions of manganese ores and their change in the process of calcination. International Journal of Mineral Processing, 101-110.
- Sugiyarto, K.H., and Retno, D.S., (2010), Kimia Anorganik Logam. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Sumardi, S., Mohammad, Z.M., and Nuryadi, S., (2013), Pengolahan Bijih Mangan Menjadi Mangan Sulfat Melalui Pelindian Reduktif Menggunakan Asam Oksalat Dalam Suasana Asam. Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung. UPT. Balai Pengolahan Mineral Lampung- LIPI, Jurusan Metalurgi-ITB
- Skoog, D. A., West, D.M., Holler, F.J., and Crouch, S.R., (1980), Principles of Instrumental Analysis Second Edition. Philadelphia: Sounders College.
- Somenath M., (2003), Sample Preparation Techniques In Analytical Chemistry, Departement Of Chemistry and Environmental Science New Jersey Institute of Technology, Volume 162
- Su, H., Huaikun, L., Wang, F., Lu, X., and Wen, Y., (2007), Kinetics Of Reductive Leaching Of Low-Grade Pyrolusite With Molasses Alcohol Wastewater In H₂SO₄. Catalysis Kinetics and Reactors, 730-735.
- Teodoro, B.S., Perez, G.R., and Uribe, S.A., (2011), The Controlled Oxidative Precipitation Of Manganese Oxides From Mn(II) Leach Liquors Using SO₂/air Gas Mixture. Minerals Engineering, 1658-1663.
- Tony, C., (2011), Mineral Commodity. Italian: Institute Of Geological And Nuclear.
- Tian, X., Wen, X., Yang, C., Liang, Y., Zhengbang, P., and Wang, Y., (2009). Reductive Leaching Of Manganese From Low-Grade Manganese Dioxide Ores Using Corncob As Reductant In Sulfuric Acid Solution. Hydrometallurgy, 157-160.
- Xue, J., Zhong, H., Wang, S., Li, C., Li, J., and Wu, F., (2014), Kinetics Of Reduction Leaching Of Manganese Dioxide Ore With *Phytolacca Americana* In Sulfuric Acid Solution. Journal of Saudi Chemical Society.
- Zhang, Y., Zhixiong, Y., Guanghui, L., and Tao, J.D., (2013), Manganese Extraction By Sulfur-Based Reduction Roasting–Acid Leaching From Low-Grade Manganese Oxide Ores. School of Minerals Processing and Bioengineering, Central South University, China, 126-132.