

BAB V

PENUTUP

V.1 KESIMPULAN

Berdasarkan data hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa sintesis nanopartikel dari senyawa prekursor hasil pelindian bijih mangan asal Sumbawa, Nusa Tenggara Barat dengan menggunakan agen pengendap NaOH secara hidrotermal telah berhasil dilakukan. Fasa senyawa mangan oksida yang dihasilkan adalah Mn_3O_4 dengan bentuk *spherical* (bulat). Bentuk dan ukuran dari Mn_3O_4 dipengaruhi oleh temperatur dimana semakin tinggi temperatur bentuk nanopartikel Mn_3O_4 semakin bulat serta ukuran kristalit dan ukuran partikelnya semakin kecil. Ukuran partikel yang didapat pada suhu 90 °C, 120 °C dan 150 °C berturut-turut adalah $83,6 \pm 35,5$; $79,8 \pm 30$ dan $50,5 \pm 14$ nm.

V.2 SARAN

1. Pada penelitian ini menggunakan bijih mangan asal Sumbawa Nusa Tenggara Barat, maka disarankan kepada peneliti selanjutnya untuk menggunakan bijih mangan asal Nusa Tenggara Timur (NTT) sebab sumber daya mangan di NTT cukup banyak dan belum ada upaya dalam pengoptimalan bijih mangan tersebut.
2. Perlu dilakukan kajian lebih lanjut yaitu pada variasi konsentrasi antara agen pengendap dan prekursor, sebab perbandingan konsentrasi ini juga dapat mengakibatkan perubahan bentuk dan jenis mangan oksida yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M., Virgus, Y., Nirmin, Khairurrijal, 2008, Riview: Sintesis Nanomaterial, *Jurnal Sains dan Nanoteknologi*, 2(1), 33-57.
- Alagarasi, A., 2011, Chapter- Introduction to Nanomaterials.
- Andiyana, Y., 2016, Sintesis Hidrotermal Nanopartikel Seng Oksida dan Aplikasinya Sebagai Pengisi Nanokomposit Berbasis Pati Tapioka, *Tesis*, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Anonim, *4.1 Field Emission ScanningElectron Microscopy (Fe-SEM) & Electron Dispersion X-Ray Spectroscopy (EDX or EDS)*.
- Askarinejad, A., Morsali, A., 2009, Direct Ultrasonic-Assisted Synthesis of Sphere-Like Nanocrystals of Spinel Co_3O_4 and Mn_3O_4 , *Ultrasonics Sonochemistry*, 16, 124-131.
- Barakat, N. A. M., Woo, K., Ansari, S. G., Ko, J., Kanjwal, M.A., Kim, H. Y., 2009, Preparation of Nanofibers Consisting of $\text{MnO}/\text{Mn}_3\text{O}_4$ by Using The Electrospinning Technique: The Nanofibers Have Two Band-Gap Energies, *Applied Physics A Materials Science & Processing*, 95, 769-776.
- Byrappa, K., Adschiri, T., 2007, Hydrothermal Technology For Nanotechnology, *Progress in Crystal Growth and Characterization of Materials*, 53, 117-166.
- Ching, S., Roark, J. L., 1997, Sol-Gel Route to the Tunneled Manganese Oxide Cryptomelane, *Chem. Mater*, 9, 750-754.
- Con, T. H., Thao, P., Dai, T. X., Laon, D. K., 2013, Application of Nanodimensional MnO_2 for High Effective Sorption of Arsenic and Fluoride in Drinking Water, *Environmental Sciences*, 2(1), 69-77.
- Dhaouadi, H., Ghodbane, O., Hosni, F., Touati, F., 2012, Mn_3O_4 Nanoparticles: Synthesis, Characterization, and Dielectric Properties, *International Scholarly Research Network*, 706398.
- Dong, Y., Li, K., Jiang, P., Wang, G., Miao, H., Zhang, J., Zhang, C., 2014, Simple Hydrothermal Preparation of -, -, - MnO_2 and Phase Sensitivity in Catalytic Ozonation, *Royal Society Of Chemistry Advances*, 39167-39173.
- Dwandaru, W.S. B., 2012, Aplikasi Nanosains dalam Berbagai Bidang Kehidupan: Nanoteknologi, *Seminar Regional Nanoteknologi*

- Feng, L., Xuan, Z., Zhao, H., Bai, Y., Guo, J., Su, C., Chen, X., 2014, MnO₂ Prepared by Hydrothermal Method and Electrochemical Performance as Anode for Lithium-Ion Battery, *Nanoscale Research Letters*, 9(290).
- Feng, Q., Kanoh, H., Ooi, K., 1999, Manganese Oxide Porous Crystals, *Journal of Materials Chemistry*, 9, 319-333.
- Gajigo, O., Mutambatsere, E., Adjei, E., 2011, *Manganese Industry Analysis: Implications For Project Finance, Working Paper Series N° 132*, Tunisia, African Development Bank.
- Ghafarizadeh, B., Rashchi, F., Vahidi, E., 2011, Recovery of Manganese From Electric Arc Furnace Dust Of Ferromanganese Production Units by Reductive Leaching, *Minerals Engineering*, 24, 174-176.
- Goncalves, P. R. G., Abreu, H. A. D., Duarte, H. A., 2018, Stability, Structural and Electronic Properties of Hausmannite (MnO) Surfaces and Their Interaction with Water, *The Journal of Physical Chemistry*, 1-31.
- Huang, K., Li, J., Xu, Z., 2009, A Novel Process for Recovering Valuable Metals From Waste Nickel-Cadmium Batteries, *Environmental Science & Technology*, 23(43), 8974-8978.
- Jang, K., Lee, S., Yu, S., Salunkhe, R. R., Chung, I., Choi, S., Ahn, H., 2014, Facile Low-Temperature Chemical Synthesis and Characterization of a Manganese Oxide/ Multi-Walled Carbon Nanotube Composite for Supercapacitor Applications, *Bull.Korean Chem. Soc.*, 10 (35), 2974-2978
- Kusumaningrum, R., Rahmanai., S. A., Widayatno, W. B., Wismogroho, A. S., Nugroho, D. W., Maulana, S., Rochman, N. T., Amal, M. I., 2018, Characterization of Sumbawa Manganese Ore and Recovery of Manganese Sulfate as Leaching Products, *American Institute of Physics Conference Proceedings*, 1964, 020042-1-020042-6.
- Laffont, L., Gibot P., 2010, High Resolution Electron Energy Loss Spectroscopy of Manganese Oxides: Application to Mn₃O₄ Nanoparticles, *Materials Characterization*, 61, 1268-1273.
- Li, Y., Zhou, X., Zhou, H., Zhen, Z., Chen, T., 2008, Hydrothermal Preparation of Nanostructured MnO₂ and Morphological and Crystalline Evolution, *Front. Chem. China*, 3(2), 128-132.

- Lian, F., Ma, L., Chenli, Z., Mao, L., 2018, A Green Preparation of Mn-based Product With High Purity From Low-Grade Rhodochrosite, *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 285, 1-6.
- Makhmudah, N., Natodarmojo, S., 2010, Penyisihan Besi-Mangan, Kekeruhan dan Warna Menggunakan Saringan Pasir Lambat Duaa Tingkat pada Kondisi Aliran Tak Jenuh Studi Kasus: Air Sungai Cikapundung, *Jurnal Teknik Lingkungan*, 2(16), 150-159.
- Manurung, P. G., 2018, *Nanomaterial Tinjauan Ilmu Masa Kini*, Andi, Yogyakarta.
- Marwati, S., 2009, Kajian Tentang kandungan Logam-Logam Berharga dalam Limbah Elektronik (*E-Waste*) dan Teknik *Recovery*nya Melalui Proses Daur Ulang, *Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan, dan Penerapan MIPA*, 16 Mei Yogyakarta.
- Masruroh, Manggara. A. B., Lapailaka, T., T, R. T., 2013, Penentuan Ukuran Kristal (*Crystallite Size*) Lapisan Tipis PZT dengan Metode XRD Melalui Pendekatan Persamaan Debye Scherrer, *Journal of Euducational Innovation*, 2(1), 24-28.
- Moe'tamar, 2006, Eksplorasi Mangan di Sumbawa Besar, Kabupaten Sumbawa , Provinsi Nusa Tenggara Barat, *Procceding Pemaparan Hasil-Hasil Kegiatan Lapangan dan Non Lapangan*, Pusat Sumber Daya Geologi, 1-12.
- Mohammad, S. H., Haris, K., Hassan, M.F., Idris, N. H., 2014, Preparation of $Mn_3O_4-Fe_2O_3$ Composite Anode Via a Molten Salts Technique and Its Application in Lithium-Ion Battery, *European International Journal of Science and Technology*, 9 (3), 61-67.
- Natanael, D., 2012, Analisis Kualitatif Pemanggangan Bijih Tembaga Kalkopirit dengan Beberapa Variasi Waktu Serta *Leaching* Dengan Asam Sulfat 2 Molar, *Skripsi*, Fakultas Teknik, Departemen Metalurgi dan Material, Universitas Indonesia, Depok.
- Nayiroh, N., 2014, Analisis Puncak Difraksi
- Nayl, A. A., Ismail, I. M., Aly, H.F., 2011, Recovery of Pure $MnSO_4 \cdot H_2O$ by Reductive Leaching of Manganese From Pyrolusite Ore by Sulfuric Acid and Hydrogen Peroxide, *International Journal of Mineral Processing*, 100, 116-123.

- Negahdary, M., Mazaheri, G., Rad, S., Hadi, M., Malekzadeh, R., Saadatmand, M. M., Rezaei-Zarchi, S., Pishbin, F., Khosravian-hemami, M., 2012, Direct Electron Transfer of Hemoglobin on Manganese III Oxide-Ag Nanofibers Modified Glassy Carbon Electrode, *International Journal of Analytical Chemistry*, 375831, 1-7.
- Ningsih, S. K. W., 2013, Pengaruh Aditif Pada Sintesis Nanopartikel Mn_2O_3 Melalui Proses Sol-Gel
- Ningsih, S. K. W., 2016, Sintesis Anorganik, UNP Press, Padang.
- Nuraeni, A., 2017, Sintesis Nanopartikel Mangan Dioksida (MnO_2) Secara Sonokimia Sebagai Adsorben Ion Logam Kadmium (Cd^{2+}), *Skripsi*, Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Alauddin, Makassar.
- Nurhidayah, 2016, Karakteristik Material Pasir Besi dengan Menggunakan X-Ray Diffraction (XRD) di Pantai Marina Kabupaten Bantaeng, *Skripsi*, Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Alauddin, Makasar.
- Pandey, B. K., Shahi, A. K., Gopal, R., 2013, Optical and Electrical Transport Properties of MnO Nanoparticles, *Materials Focus*, 3(2), 1-6.
- Panjaitan, R. R., 2011, Kajian Pemanfaatan Batu Mangan/ Senyawa Mangan Dalam Industri, *Berita Litbang Industri*, 2(XL VII), 45-53.
- Purnama, E. F., 2006, Pengaruh Suhu Reaksi Terhadap Derajat Kristalinitas dan Komposisi Hiroksiapatit dibuat Dengan Media Air dan Cairan Tubuh Buatan (*Synthetic Body Fluid*), *Skripsi*, Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Intitut Pertanian Bogor, Bogor.
- Qiu, G., Huang, H., Dharmarathna, S., Benbow, E., Stafford, L., Suib, S. L., 2011, Hydrothermal Synthesis of Manganese Oxide Nanomaterials and Their Catalytic and Electrochemical Properties, *Chemistry of Materials*, 23, 3892-3901.
- Reddy, R. N., Reddy, R. G., 2003, Sol-Gel MnO_2 as an Electrode Material for Electrochemical Capacitors, *Journal of Power Sources*, 124, 330-337.
- Riwayati, I., 2007, Analisa Resiko Pengaruh Partikel Nano Terhadap Kesehatan Manusia, *Momentum*, 2(3), 17-20.

- Royani, A., Subagja, R., Manaf, A., 2017, Studi Pelindian Mangan Secara Reduksi dengan Menggunakan Larutan Asam Sulfat, *Jurnal Riset Teknologi Industri (JRTI)*, 1(11), 1-9.
- Saputra, G. P. A., Noerochim, L., 2014, Pengaruh Waktu Hidrotermal Pada Proses Sintesis Lithium Mangan Oksida Spinel (LiMn_2O_4) Nanopartikel Terhadap Efisiensi Adsorpsi dan Desorpsi Ion Lithium dari Lumpur Sidoarjo, *Jurnal Teknik POMITS*, 2(3), F-163-F-167.
- Saridewi, N., Arief, S., Alif, A., 2015, Sintesis Nanomaterial Mangan Oksida dengan Metode Bebas Pelarut, *Jurnal Kimia Valensi*, 2(1), 117-123.
- Setyati, P., 2016, Sintesis dan Karakterisasi Zirkonia (ZrO_2) dari Pasir Zirkon Belitung Sebagai Keramik, *Skripsi*, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Sharrouf, M., Awad, R., Roumié, M., Marhaba, S., 2015, Structural, Optical and Room Temperature Magnetic Study of Mn_2O_3 Nanoparticles, *Materials Sciences and Applications*, 6, 850-859.
- Song, X. C., Zhao, Y., Zheng, Y., 2007, Synthesis of MnO_2 Nanostructures With Sea Urchin Shapes by a Sodium Dodecyl Sulfate-Assisted Hydrothermal Process, *Crystal Growth & Design*, 1(7), 159-162.
- Sukandarrumidi, 2007, Geologi Mineral Logam Untuk *Explorer* Muda, Yogyakarta, Gadjah Mada University Press.
- Sumardi, S., Mubarak, M. Z., Saleh, N., 2013, Pengolahan Bijih Mangan Menjadi Mangan Sulfat Melalui Pelindian Reduktif Menggunakan Asam Oksalat dalam Suasana Asam, *Prosiding Semirata*, Lampung
- Sumardi, S., Mufakhir F. R., Prasetyo, A. B., 2014, Studi Kinetika Pelindian Bijih Mangan Kadar Rendah Daerah Way Kanan Lampung dengan Menggunakan Molases dalam Suasana Asam, *Majalah Metalurgi*, V, 111-118.
- Supriadi, A., Sunarti, Kencono, A. W., Kurniasih, T. N., Prasetyo, B. E., Kurniawan, F., Kurniadi, C. B., Alwendra, Y., Aprilia, R., Rabbani, Q., Setiadi, I., Anggreani, D., 2017, *Kajian Dampak Hilirisasi Mineral Mangan Terhadap Perekonomian Regional*, Jakarta, Pusat Data dan Teknologi Informasi Energi dan Sumber Daya Mineral Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.

- Truong, T. T., Liu Y., Ren Y., Trahey, L., Sun, Y., 2012, Morphological and Crystalline Evolution of Nanostructured MnO₂ and Its Application in Lithium-Air Batteries, *ACS Nano*, 6(9), 8067-8077.
- Utami, A. W. N., 2017, Sintesis Nanopartikel Mangan Dioksida (MnO₂) Secara Sonokimia Sebagai Adsorben Ion Logam Timbal (Pb²⁺), *Skripsi*, Jurusan Kimia, Fakultas Sain dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Alauddin, Makassar.
- Wahyudi, H., Zaharah. T.A., Wahyuni, N., 2013, Ekstraksi Mangan dengan Proses *Leaching* Asam Sulfat Menggunakan Tandan Kosong Sawit Sebagai Reduktor, *JKK*, 1(2), 34-37.
- Wang, L., Chen, L., Li, Y., Ji, H., Yang, G., 2013, Preparation of Mn₃O₄ Nanoparticles at Room Condition for Supercapacitor Application, *Powder Technologi*, 235, 76-81.
- Wang, X., Wang, X., Huang, W., Sebastian, P. J., Gamboa, S., 2005, Sol-Gel Template Synthesis of Highly Ordered MnO₂ Nanowire Arrays, *Journal of Power Sources*, 140, 211-215.
- Wirayuda, H., 2013, Analisis Deposit Mineral Mangan (Mn) di Desa Pucung Kecamatan Eromoko Kabupaten Wonogiri, *Skripsi*, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- www.alibaba.com
- Xiao, T. D., Strutt, P. R., Benaissa, M., Chen, H., Kear, B. H., 1998, Synthesis of High Active-Site Density Nanofibrous MnO₂-Base Materials With Enhanced Permeabilitas, *NanoStructured Materials*, 6(10), 1051-1061.
- Xin, B., Chen, B., Duan, N., Zhou, C., 2011, Extraction of Manganese from Electrolytic Manganese Residue by Bioleaching, *Bioresource Technology*, 102, 1683-1687.
- Yadav, A. A., Jadhav, S.N., Chougule, D. M., Patil, P. D., Chavan, U. J., Kolekar, Y. D., 2016, Spray Deposit Hausmannite Mn₃O₄ Thin Films Using Aqueous/Organic Solvent Mixture For Supercapacitor Applications, *Electrochimica Acta*.

- Zhang, P., Zhan, Y., Cai, B., Hao, C., Wang, J., Liu, C., Meng, Z., Yin., Z., Chen, Q., 2010, Shape-Controlled Synthesis of Mn_3O_4 Nanocrystals and Their Catalysis of the Degradation of Methylene Blue, *Nano Res*, 3, 235-243.
- Zhang, W., Cheng, C. Y., 2007, Manganese metallurgy review. Part I: Leaching of ores/secondary materials and recovery of electrolytic/chemical manganese dioxide, *Hydrometallurgy*, 89, 137-159.
- Zhang, X., Yu, P., Zhang, H., Zhang, D., Sun, X., Ma, Y., 2013, Rapid Hydrothermal Synthesis Of Hierarchical Nanostructures Assembled From Ultrathin Birnessite-Type MnO_2 Nanosheets For Supercapacitor Applications, *Electrochimica Acta*, 89, 523-529.
- Zhao, G., Li, J., Zhu, W., Ma, X., Guo, Y., Liu, Z., Yang, Y., 2016, Mn_3O_4 Doped With Highly Dispersed Zr Species: A New Non-Noble Metal Oxide With Enhanced Activity For Three-Way Catalysis, *New. J. Chem.*
- Zhao, Y., Zhu, G., Cheng, Z., 2010, Thermal Analysis and Kinetic Modeling of Manganese Oxide Ore Reduction Using Biomass Straw as Reductant, *Hydrometallurgy*, 105, 96-102.
- Zhuang, W., Fitts, J. P., Ajo-Franklin, C. M., Maes, S., Alvares-Cohen, L., Hennebel, T., 2015, Recovery of Critical Metals Using Biometallurgy, *Current Opinion in Biotechnology*, 33, 327-335.
- Zolfaghari, A., Ataherian, F., Ghaemi, M., Gholami, A., 2007, Capacitive Behavior of Nanostructured MnO_2 Prepared by Sonochemistry Method, *Electrochimica Acta*, 52, 2806-2814.