

## Sintesis Magnesium Ferit Berbasis Pasir Besi Sarmi Menggunakan Metode Kopresipitasi

Cahyo Saputra<sup>1)</sup>, Heru Cahyoutomo<sup>1)</sup>, Jeny Sendong<sup>2)</sup>, Octolia Togibasa<sup>1,\*)</sup>

<sup>1)</sup> Prodi Fisika, FMIPA, Universitas Cenderawasih, Jl. Kamp Wolker, Kampus Uncen Baru, Jayapura, 99358, Indonesia.

<sup>2)</sup> Prodi Teknik Geofisika, FMIPA, Universitas Cenderawasih, Jl. Kamp Wolker, Kampus Uncen Baru, Jayapura, 99358, Indonesia.

Email korespondensi : octolia@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.20527/flux.v17i2.6932>

Submitted: 16 Agustus 2019; Accepted: 08 April 2020

**ABSTRACT**- In this study, magnesium ferrite was synthesized from natural iron sand using the co-precipitation method. Iron sand material was taken from the north coast of Sarmi Regency, Papua Province. The purpose of this study was to find out whether magnesium ferrite could be synthesized from iron sand directly without preliminary processes into magnetite minerals. Co-precipitation method was applied with a variant of stirring temperatures of 30, 50 and 70°C. The crystal structures were characterized using an x-ray diffractometer, while the magnetic properties was characterized using a vibrating sample magnetometer and the morphology of the particle were characterized using a scanning electron microscope. From the results of characterization, it is known that magnesium ferrite successfully synthesized from iron sand directly without preliminary processes into magnetite minerals. Magnetic properties were obtained from the sample with added magnesium acetate tetrahedral and stirred at a temperature of 70°C. The x-ray diffraction pattern showed a figure of merit of 0.82, while the magnetic hysteresis curve shows coercivity of 200 Oe and magnetic moment about 11 emu/g. The mineral has irregular particle sizes that range from 0.5 to 100 microns in size, due to magnetic attraction which promotes agglomeration. This research recommends the optimization of the synthesis process so that the quality of the magnesium ferrite can be improved.

**KEYWORDS** : Iron Sand, Iron Oxide, Co-precipitation Method and Magnesium Ferrite

### PENDAHULUAN

Keberadaan mineral alam di suatu wilayah seharusnya dapat dimanfaatkan dalam pengembangan perekonomian wilayah tersebut. Pasir besi merupakan salah satu contoh kekayaan mineral alami yang tersebar secara luas di Indonesia (Yulianto, Bijaksana, & Loeksmanto, 2003). Kabupaten Sarmi Provinsi Papua diketahui memiliki wilayah yang kaya akan bahan mineral pasir besi dan nikel (Togibasa, Bijaksana, & Novala, 2018). Pasir besi merupakan material besi oksida alami yang umumnya memiliki jenis mineral magnetite ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), maghemite ( $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ) dan hematite ( $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ) (Mufti, Atma, Fuad, & Sutadji, 2014; Yulianto, Bijaksana, &

Loeksmanto, 2003). Namun uniknya, pasir besi Sarmi diketahui selain memiliki kandungan mineral magnetit, ternyata terdapat mineral magnetik magnesium ferit (Togibasa, Akbar, Pratama, & Bijaksana, 2019).

Magnesium ferit merupakan material spinel ferit yang memiliki nilai permeabilitas tinggi namun koersivitas yang rendah. Namun ketika material ini memiliki ukuran dalam skala nanometer, maka nilai saturasi magnetiknya akan meningkat signifikan disertai dengan sifat superparamagnetik yang unik (Chen, Rondinone, Chakoumakos, & Zhang, 1999; Franco & Silva, 2011). Spinel ferit mempunyai dua struktur kristal yang berbeda yaitu struktur kristal tetrahedral dan

octahedral, dengan rumus kimia umum  $M\text{-Fe}_2\text{O}_4$ , dimana M adalah unsur logam seperti kobalt (Co), besi (Fe), kadmium (Cd), mangan (Mn), magnesium (Mg), tembaga (Cu), seng (Zn), nikel (Ni) atau campuran dari logam-logam tersebut. Spinel ferit juga dikenal sebagai bahan yang mempunyai koersivitasnya rendah serta permeabilitas dan resistansi yang tinggi (Chen, Rondinone, Chakoumakos, & Zhang, 1999). Magnesium ferit juga aplikatif dalam bidang industri, karena dapat dimanfaatkan seperti bahan penyerap (Setiadi et al., 2018), *microwave device* (Rajjab et al., 2014), pencitraan resonansi magnetik (Matsuda, Kanazu, Nakanishi, & Osaka, 2016), dan sensor (Patil, Khandekar, Mulia, & Suryavanshi, 2012).

Mineral magnesium ferit umumnya diperoleh dengan cara sintesis kimiawi (Liu et al., 2007; Shen et al., 2013; Verma et al., 2004), namun beberapa penelitian telah berhasil melakukan sintesis dengan bantuan material alam (Setiadi et al., 2018), khususnya pasir besi yang berasal dari Deli Serdang, Sumatera Utara. Pasir besi yang sebelumnya telah diolah menjadi magnetit (Setiadi et al., 2016), kemudian ditambahkan dengan magnesium asetat tetrahedral, sehingga menghasilkan mineral magnesium ferit. Metode kopresipitasi salah satu metode efektif yang umum digunakan untuk mensintesis senyawa anorganik. Kopresipitasi digunakan ketika presipitasi langsung tidak dapat memisahkan spesies mineral yang diinginkan, karena larutan mempunyai konsentrasi larutan yang rendah. Kopresipitasi dapat dikaitkan dengan adsorpsi logam pada permukaan endapan atau penggabungan logam pada struktur endapan (Bader, Benkhayal, & Zimmerman, 2014). Beberapa zat pengendap yang dipakai dalam metode kopresipitasi antara lain hidroksida, karbonat, sulfat dan oksalat (Mufti, Atma, Fuad, & Sutadji, 2014). Metode ini merupakan metode yang menggunakan alat dan bahan yang mudah diperoleh sehingga dalam proses sintesisnya bisa dilakukan secara fleksibel (Jayanti, 2014).

Mengingat keunikan pasir besi Sarmi (Togibasa, Akbar, Pratama, & Bijaksana, 2019),

pada penelitian ini dilakukan sintesis magnesium ferit dari pasir besi Sarmi menggunakan metode kopresipitasi dengan memberikan perbandingan ada dan tidak adanya penambahan magnesium asetat tetrahedral. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah dapat dilakukan optimasi sintesis magnesium ferit dari pasir besi, tanpa diolah terlebih dahulu menjadi mineral magnetit. Diharapkan optimasi proses sintesis secara langsung, dapat menjadikan pasir besi Sarmi lebih aplikatif sebagai bahan baku magnesium ferit.

## METODE PENELITIAN

Pasir besi Sarmi diambil dari pesisir pantai Kabupaten Sarmi, Distrik Tor Bawah, dengan lokasi geografis antara  $1^{\circ}58'00.40''\text{S}$   $138^{\circ}52'46.90''\text{E}$  dan  $1^{\circ}57'36.09''\text{S}$   $138^{\circ}54'20.46''\text{E}$ . Pasir besi kemudian dicuci dengan aquades untuk membersihkan sampel dari residu air laut, dan kemudian diaduk menggunakan magnetik stirer untuk memisahkan mineral magnetik dengan mineral organik. Mineral magnetik yang sudah dipisahkan kemudian dikeringkan secara natural, sehingga diperoleh raw sample pasir besi.

*Raw sample* pasir besi kemudian dipisahkan menjadi dua bagian untuk sampel dengan penambahan dan tanpa penambahan  $\text{Mg}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ . Untuk sampel dengan penambahan  $\text{Mg}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , dilakukan reaksi sebagai berikut. Sebanyak 5,44 g pasir besi dicampur dengan 11,82 g  $\text{Mg}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , (Merck, 105819, MQ300) kemudian dilarutkan dengan 80 ml HCl (5,1 M, Pro Analyst Merck 38%) yang diaduk hingga homogen. Setelah homogen, larutan ditetesi 198 ml  $\text{NH}_4\text{OH}$  (2M, Pro Analyst Merck 25%) dan diaduk pada suhu bervariasi 30, 50, dan  $70^{\circ}\text{C}$  (Setiadi et al., 2018). Untuk mendapatkan endapan larutan dibiarkan selama 12 jam, dimana hasil endapan dicuci menggunakan aquades hingga mencapai pH 7. Endapan yang telah dicuci kemudian dikeringkan menggunakan B-One Oven pada suhu  $100^{\circ}\text{C}$  selama 1 jam. Sampel ini dinyatakan dengan kode +Mg 30, +Mg 50, +Mg 70, yang menunjukkan penambahan magnesium asetat

tetrahedral ( $\text{Mg}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) dengan variasi suhu pengadukan. Pada proses sintesis tanpa penambahan  $\text{Mg}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , maka sebanyak 17,26 g pasir besi langsung dilarutkan dengan 80 ml HCl (5,1 M) kemudian diaduk hingga homogen. Proses sintesis selanjutnya dilakukan sama dengan prosedur sampel dengan penambahan  $\text{Mg}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ . Sampel ini dinyatakan dengan kode non-Mg 30, non-Mg 50, non-Mg 70, yang menunjukkan tanpa penambahan magnesium asetat tetrahedral ( $\text{Mg}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) dengan variasi suhu pengadukan.

Seluruh sampel mineral magnesium ferit yang disintesis selanjutnya dikarakterisasi menggunakan PANalytical E'XPRT PRO x-ray diffractometer untuk mengetahui struktur kristal; OXFORD Instrument 1.2 H vibrating sample magnetometer untuk mengetahui sifat magnetik.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pola difraksi sinar-x dari magnesium ferit berbasis pasir besi Sarmi ditunjukkan pada Gambar 1. Analisis kualitatif struktur kristal dicocokkan dengan *Crystallography Open Database* (COD) menggunakan aplikasi *Match* (Putz & Holger, 2003; Subagja, 2011). Seluruh sampel menunjukkan kecocokan dengan mineral magnesium ferit (COD #96-900-7274), namun dengan indeks kecocokan berbeda-beda, yang

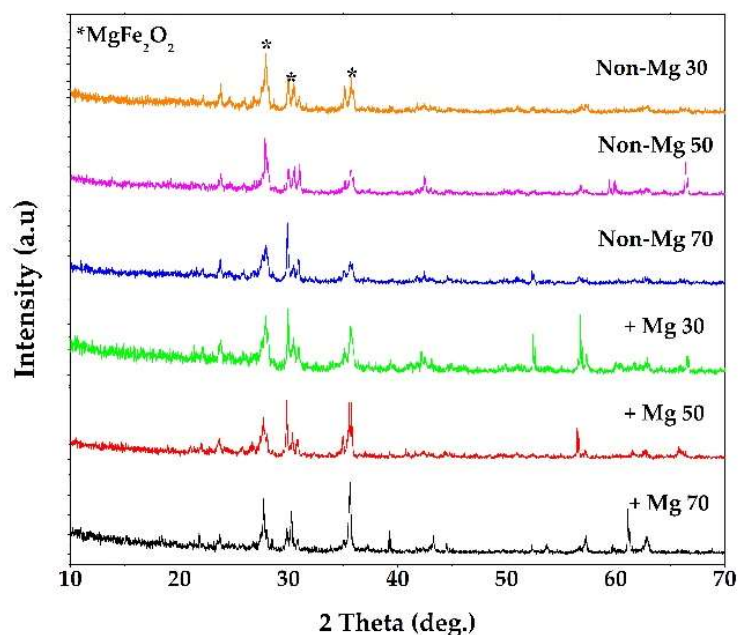
dinyatakan dengan nilai *figure of merit* (FoM) sebagaimana diberikan pada Tabel 1.

**Tabel 1 Figure of Merit (FoM) sampel magnesium ferit berbasis pasir besi**

Kode sampel	FoM
Non-Mg 30	0,64
Non-Mg 50	0,68
Non-Mg 70	0,80
+ Mg 30	0,70
+ Mg 50	0,71
+ Mg 70	0,82

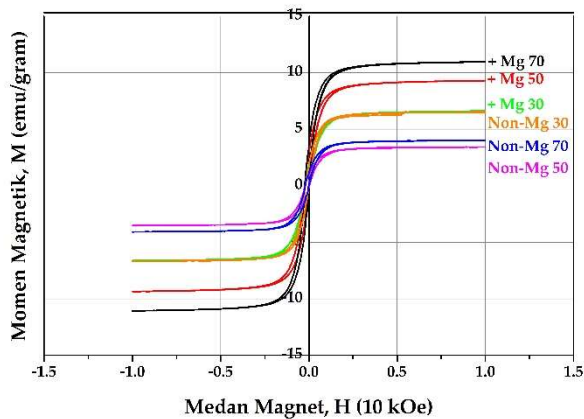
Sampel pasir besi yang disintesis dengan penambahan magnesium asetat tetrahedral dan diaduk pada suhu  $70^\circ\text{C}$ , memiliki tingkat kecocokan paling besar, yaitu sebesar 0,82. Pada penelitian yang dilakukan sebelumnya dengan bahan baku pasir besi dari Deli Serdang, diketahui bahwa material magnesioferit terbaik diperoleh dari suhu pengadukan  $50^\circ\text{C}$  (Setiadi et al., 2018). Namun pada penelitian ini, diperlukan suhu pengadukan lebih tinggi, hal ini karena kandungan pasir besi alam yang lebih rendah dibandingkan pasir besi yang sebelumnya telah diolah menjadi magnetit (Setiadi et al., 2016).

Gambar 2 menunjukkan kurva histeresis dari magnesium ferit berbasis pasir besi Sarmi, dimana nilai koersivitas dan momen magnetiknya diberikan pada Tabel 2. Selaras dengan karakteristik struktur kristalnya,



**Gambar 1** Pola difraksi sinar-x sampel magnesium ferit berbasis pasir besi Sarmi

sampel pasir besi yang disintesis dengan penambahan magnesium asetat tetrahedral dan diaduk pada suhu 70°C juga menunjukkan karakteristik sifat magnetik yang paling baik, dengan momen magnetik yang paling tinggi yaitu sebesar 11 emu/g, dimana nilai koersivitas sama untuk semua sampel yaitu 200 Oe.



**Gambar 2 Kurva histeresis untuk magnesium ferit berbasis pasir besi Sarmi**

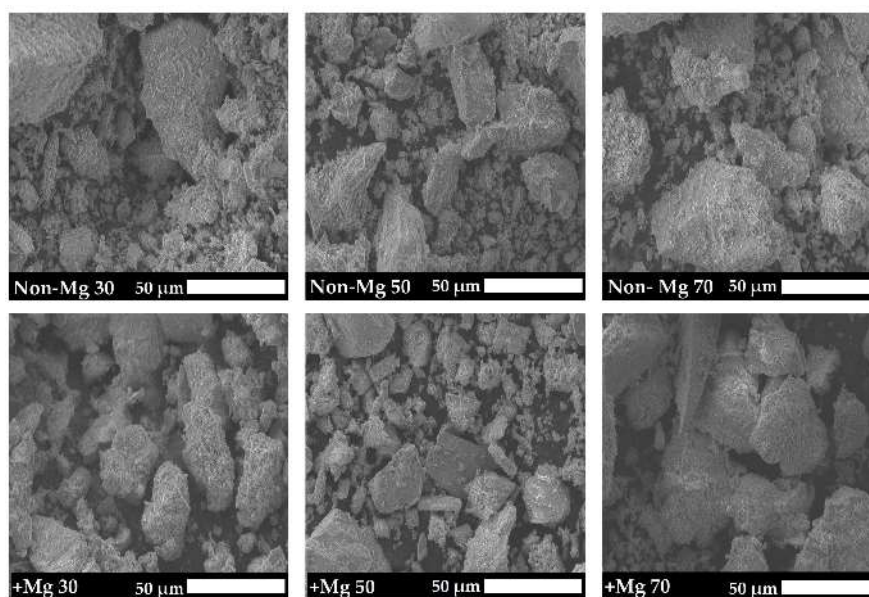
**Tabel 2 Nilai koersivitas dan momen magnetik sampel magnesium ferit berbasis pasir besi**

Kode sampel	Koersivitas (Oe)	Momen Magnetik (emu/g)
Non-Mg 30	200	6
Non-Mg 50	200	3,5
Non-Mg 70	200	4
+ Mg 30	200	6
+ Mg 50	200	8
+ Mg 70	200	11

Gambar 3 menunjukkan gambar citra *scanning electron microscope* dari mineral magnesium ferit berbasis pasir besi Sarmi dengan perbesaran 700x. Semua sampel menunjukkan bentuk dan ukuran partikel yang kurang homogen. Meskipun banyak partikel kecil dengan ukuran 0,5 hingga 1 mikron, namun banyak partikel lebih besar dengan ukuran sekitar 100 mikron, yang disebabkan adanya penggumpalan atau aglomerasi. Penggumpalan pada proses sintesis mineral magnetik umum terjadi karena adanya gaya tarik antar partikel (Liang et al., 2006). Penggumpalan lebih banyak terjadi pada sampel +Mg 70, selaras dengan sifat magnetiknya yang lebih besar.

## KESIMPULAN

Pasir besi dari pesisir pantai utara Kabupaten Sarmi Provinsi Papua dapat disintesis menjadi magnesium ferit secara langsung, tanpa diolah terlebih dahulu menjadi mineral magnetit. Magnesium ferit dengan kualitas yang paling baik adalah dari sampel yang disintesis dengan penambahan magnesium asetat tetrahedral dan diaduk pada suhu 70°C. Meskipun demikian, optimasi sintesis masih perlu dilakukan, agar dapat diperoleh mineral dengan ukuran partikel yang lebih kecil, sehingga kualitas struktur kristal dan sifat magnetiknya lebih baik.



**Gambar 3 Citra *scanning electron microscope* dari mineral magnesium ferit berbasis pasir besi Sarmi**

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Pembelajaran dan Kemahasiswaan yang telah mendukung seluruh dana penelitian melalui Hibah Program Kreativitas Mahasiswa-Penelitian Eksakta (PKM-PE) Tahun 2019.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Bader, N., Benkhayal, A. A. & Zimmerman, B. (2014). Co-precipitation as a Sample Preparation Technique For Trace Element Analysis: an Overview. *International Journal of Chemical Science*, 12(2), 519-525.
- Chen, Q., Rondinone, A. J., Chakoumakos B. C. & Zhang Z. J. (1999). Synthesis of Superparamagnetic  $MgFe_2O_4$  Nanoparticles by Coprecipitation. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 194, 1 - 7.
- Franco, A., & Silva, M. S. (2011). High temperature magnetic properties of magnesium ferrite nanoparticles. *Journal of Applied Physics* 109, 07B505.
- Jayanti, D. N. (2014). Optimalisasi Parameter pH Pada Sintesis Nanosilika dari Pasir Besi Merapi dengan Ekstraksi Magnet Permanen Menggunakan Metode Kopresipitasi. *Skripsi*. Yogyakarta.
- Liang, X., Wang, X., Zhuang, J., Chen, Y., Wang, D. & Li Y. (2006). Synthesis of Nearly Monodisperse Iron Oxide and Oxyhydroxide Nanocrystals. *Journal of Advance Functional Materials*, 16, 1805-1813.
- Liu, C. P., Li, M. W., Cui, Z., Huang, J., Tian, Y., Lin, T. & Mi, W. (2007). Comparative Study of Magnesium Ferrite Nanocrystallites Prepared by Sol-Gel and Coprecipitation Methods. *Journal of Materials Science*, 42(15), 6133 - 6138.
- Matsuda, S., Kanazu, M., Nakanishi, T., Osaka, T. (2016). Synthesis and in Vitro Evaluation of Magnesium Ferrite Nanoparticles for Application to Magnetic Hyperthermia. *ECS Meeting Abstracts*, Volume MA2016-02.
- Mufti, N., Atma, T., Fuad, A. & Sutadji, E. (2014). Synthesis and Characterization of Black, Red and Yellow Nanoparticles Pigments From The Iron Sand. *AIP Conference Proceedings*, 1617(1), 165-169.
- Patil, J. Y., Khandekar, M. S, Mulia, I. S & Suryavanshi S. S. (2012). Combustion Synthesis of Magnesium Ferrite as Liquid Petroleum Gas (LPG) Sensor: Effect of Sintering Temperature. *Current Applied Physics*, 12(1), 319-324.
- Putz, H., & Holger, H. (2003). *Tutorial Handbook. MATCH! Phase Identification From Powder Diffraction-Version 2*. Bonn, Germany: Crystal Impact.
- Rajjab, A., Mahmood, A., Khan M. A., Chughtai, A. H, Shahid, M, Shakir, I. & Warsi, M. F. (2014). Impacts of Ni-Co Substitution on The Structural, Magnetic and Dielectric Properties of Magnesium Nano-Ferrites Fabricated By Micro-Emulsion Method. *Journal of Alloys and Compounds*, 584, 363-368.
- Setiadi E. A, Sebayang, P, Ginting M, Sari, A.Y., Kurniawan, C, Saragih, C.S. & Simamora P. (2016). The Synthesization of  $Fe_3O_4$  Magnetic Nano Partikels Based on Natural Iron Sand by Co-presipitation Method for the Used of the Adsoption of Cu and Pb Ions. *Journal of Physics: Conference Series*, 776(1), 012020.
- Setiadi, E.A., Yunus, M., Nanaban, N., Simbolon, S., Kurniawan C., Humaidi S., Sebayang, P. & Ginting M. (2018). The Effect of Temperature on Synthesis of  $MgFe_2O_4$  Based on Natural Iron Sand by Co-Presipitation Method as Absorbent Pb Ion. *Journal of Physics : Conference Series* 985(1), 012046
- Shen, Y., Wu, Y., Li, X., Zhao, Q. & Hou, Y. (2013). One-pot Synthesis of  $MgFe_2O_4$  Nanospheres by Solvothermal Method. *Materials Letters*, 96, 85-88.
- Subagja, B. (2011). Pengaruh Variasi Persen Berat Bi dan Pemberian Tekanan Pada Parametr Kisi dan UKuran Kristal Sistem Material Sn-Cu-Bi dan Sn-Cu. *Skripsi*. Universitas Indonesia. Depok.
- Togibasa, O., Bijaksana, S. & Novala, G.C. (2018). Magnetic Properties of Iron Sand

from the Tor River Estuary, Sarmi, Papua. *Geosciences*, 8(4), 113.

Togibasa, O., Akbar, M., Pratama, A. & Bijaksana, S. (2019). Distribution of Magnetic Susceptibility of Natural Iron Sand in the Sarmi Coast Area. *Journal of Physics: Conference Series* 1204, 012074.

Verma, S., Joy, P. A., Kholam, Y. B., Potdar, H. S. & Deshpande, S. B. (2004). Synthesis of

Nanosized  $MgFe_2O_4$  Powders by Microwave Hydrothermal Method. *Materials Letters*, 58(6), 1092 - 1095.

Yulianto, A., Bijaksana S. & Loeksmanto, W. (2003). Comparative Study on Magnetic Characterization of Iron Sand from Several Location in Central Java. *Indonesia Journal of Physics*, 14(2), 63–168.