

## Karakteristik mikrostruktur dan sifat magnetik LaFeO<sub>3</sub> menggunakan metode ko-presipitasi

### *Characteristic of microstructure and magnetic properties in LaFeO<sub>3</sub> using co-precipitation method*

Tua Raja Simbolon<sup>1\*</sup>, Muhammadin Hamid<sup>1</sup>, Martha Rianna<sup>1</sup>, Yoga Pratama<sup>1</sup>, Timbangan Sembiring<sup>1</sup>, Junedi Ginting<sup>1</sup>, Achmad Maulana Soehada Sebayang<sup>2</sup>, Eko Arief Setiadi<sup>3</sup>, Anggito P. Tetuko<sup>3</sup>, dan Perdamean Sebayang<sup>3</sup>

Received 02 December 2021

Accepted 24 February 2022

Published April 2022

<sup>1</sup>Universitas Sumatera Utara, Medan 20155, Indonesia

<sup>2</sup>Universitas Pamulang, Tangerang Selatan 15417, Indonesia

<sup>3</sup>Pusat Riset Fisika, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), Tangerang Selatan, Banten 15314, Indonesia

**Abstrak.** Perkembangan penelitian material ferit memiliki karakteristik mikrostruktur dan sifat magnetik yang berbeda-beda. Karakteristik mikrostruktur dan sifat magnetik dari Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> dan LaFeO<sub>3</sub> telah berhasil dilakukan menggunakan metode ko-presipitasi lanthanum klorida dan pasir besi alam digunakan sebagai prekursor untuk preparasi sintesis nanopartikel Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> LaFeO<sub>3</sub>. Rasio molar antara lanthanum klorida dan pasir besi alam adalah 1:1, dan tanpa lanthanum. Karakterisasi sampel menggunakan XRD, SEM dan VSM. Hasil XRD menunjukkan bahwa kedua sampel telah memiliki fase tunggal tanpa pengotor kristal seperti La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> atau Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Hasil morfologi SEM menunjukkan bahwa Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> dan LaFeO<sub>3</sub> memiliki ukuran partikel yang random. Histogram distribusi sebaran partikel untuk kedua sampel ini menunjukkan range 50-300 nm. Sifat magnetik dari sampel Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> memiliki Ms= 20 emu/g, Mr= 9 emu/g dan H= 400 Oe, sedangkan sifat magnetik LaFeO<sub>3</sub> yaitu Ms= 10 emu/g, Mr= 8 emu/g dan H= 410 Oe. Hasil mikrostruktur dan sifat magnetik dalam penelitian ini dapat mendukung dalam pembuatan magnet permanen.

**Abstract.** The development of research on ferrite materials has different microstructural characteristics and magnetic properties. The microstructural characteristics and properties of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> and LaFeO<sub>3</sub> have been successfully carried out using the co-precipitation method. Lanthanum chloride and natural iron sand were used as precursors for the preparation of the synthesis of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> LaFeO<sub>3</sub> nanoparticles. The molar ratio between lanthanum chloride and natural iron sand is 1:1, and without lanthanum. Sample characterization using XRD, SEM and VSM. The XRD results show that the second sample already has a single phase without crystal impurities such as La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> or Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. SEM morphology results show that Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> and LaFeO<sub>3</sub> have random particle sizes. Histograms of particle distribution distribution for these two samples show the range of 50-300 nm. The nature of the sample Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> has Ms= 20 emu/g, Mr= 9 emu/g and H= 400 Oe, while the specific properties of LaFeO<sub>3</sub> are Ms= 10 emu/g, Mr= 8 emu/g and H= 410 Oe. The results of the microstructure and magnetic properties in this study can support the manufacture of permanent magnets.

**Keywords:** Microstructures, magnetic properties, natural iron sand, lanthanum.

#### Pendahuluan

Dalam beberapa tahun terakhir, ada banyak penelitian tentang nanopartikel ferit murni dan doped karena sifat magnet dan listriknya dan aplikasinya dalam sistem kontak elektronik, generator, sensor magnet, pembuatan magnet permanen, dan peredam gelombang mikro (Dayana et al. 2019; Rianna, Situmorang, et al. 2019). Material ferit merupakan material bermagnet keras yang memiliki daya magnetisasi jenuh (Ms) yang besar, koersivitas tinggi (Hc), dan stabilitas kimiawi yang sangat baik (Dumitru et al. 2020). Oleh karena itu, telah digunakan dalam pembuatan magnet permanen, media perekam magnet dan peredam gelombang mikro (Kumar et al. 2009; Rianna, Sembiring, et al. 2019). Material ferit dapat berbasis dengan struktur molekul AFeO<sub>3</sub> (A= La,

Nd, Sm). Penambahan doping dengan logam mulia meningkatkan aktivitas katalitiknya karena peningkatan kekosongan ion oksigen. Beberapa laporan tersedia tentang doping perak dengan partikel sub mikron dengan struktur kristal ortorombik. Cacat ion dan elektronik terlihat mengatur sifat-sifat keramik (Ranieri et al. 2016).

Sebagai insulator feromagnetik, LaFeO<sub>3</sub> dengan struktur tipikal ABO<sub>3</sub>-tipe perovskite telah menarik banyak pihak di antara para peneliti karena aplikasinya yang luas pada berbagai aktivitas katalitik, degradasi air limbah dan sebagai bahan elektroda dalam sel bahan bakar solidoksida, bahan elektronik dan magnetis, gas sensors, dan sebagai elektroda di lingkungan bersuhu tinggi (Demirci et al. 2018). Oleh karena itu, untuk aplikasi praktis dalam degradasi air limbah, morfologi yang

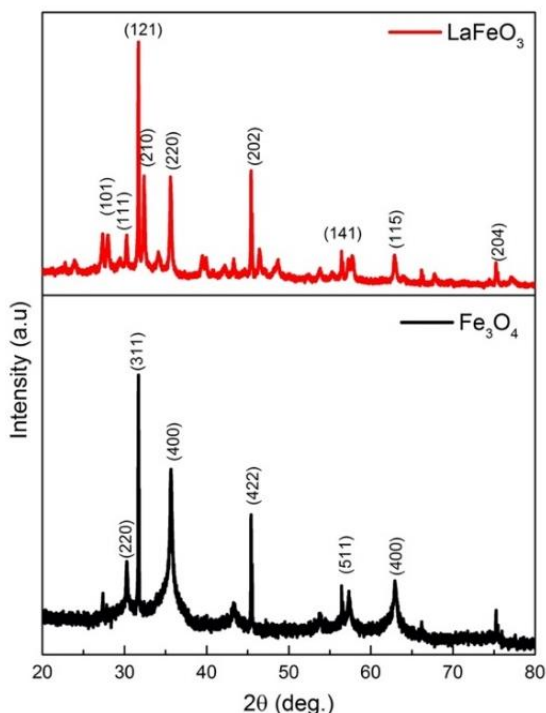
diinginkan penting dalam hal mengontrol kristalinitas dan komposisi (Zhang et al. 2017). Ukuran, morfologi, dan fase kristal struktur struktur yang terkait dengan sifat-sifatnya sangat bergantung pada metode sintesis.  $\text{LaFeO}_3$  biasanya disintesis melalui reaksi solid-state pada suhu tinggi ( $1000^\circ\text{C}$ ) (Abazari, Sanati, and Saghatforoush 2014). Oleh karena itu, metode ini mengarah pada produksi partikel dengan ukuran besar dan mungkin juga menghasilkan fase sekunder sebagai pengotor karena perlakuan suhu tinggi. Selain itu, suhu tinggi menyebabkan pembentukan ukuran partikel yang tidak terkontrol dan luas permukaan yang lebih rendah (Ghosh et al. 2019). Dalam artikel ini akan dipelajari mikrostruktur dan sifat magnetik dari  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dan  $\text{LaFeO}_3$  menggunakan metode co-presipitasi

### Metodologi

Lanthanum klorida dan pasir besi alam digunakan sebagai prekursor untuk preparasi sintesis nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$   $\text{LaFeO}_3$ . Rasio molar antara lanthanum klorida dan pasir besi alam adalah 1:1, dan tanpa lanthanum. Prekursor dilarutkan kedalam air deionisasi (deionized water) dan HCl 37% yang diaduk selama 2 jam pada suhu  $60^\circ\text{C}$  dengan hotplate. Selanjutnya serbuk dicuci menggunakan aquadest dan etnaol sampai pH normal. Kemudian serbuk dikeringkan pada suhu  $90^\circ\text{C}$  selama 12 jam hingga air menguap (evaporasi). Serbuk yang dihasilkan kemudian dimasukkan ke dalam tanur dan dikalsinasi pada suhu  $400^\circ\text{C}$  selama 2 jam untuk meningkatkan kristalinitas dan morfologinya.

### Hasil Penelitian

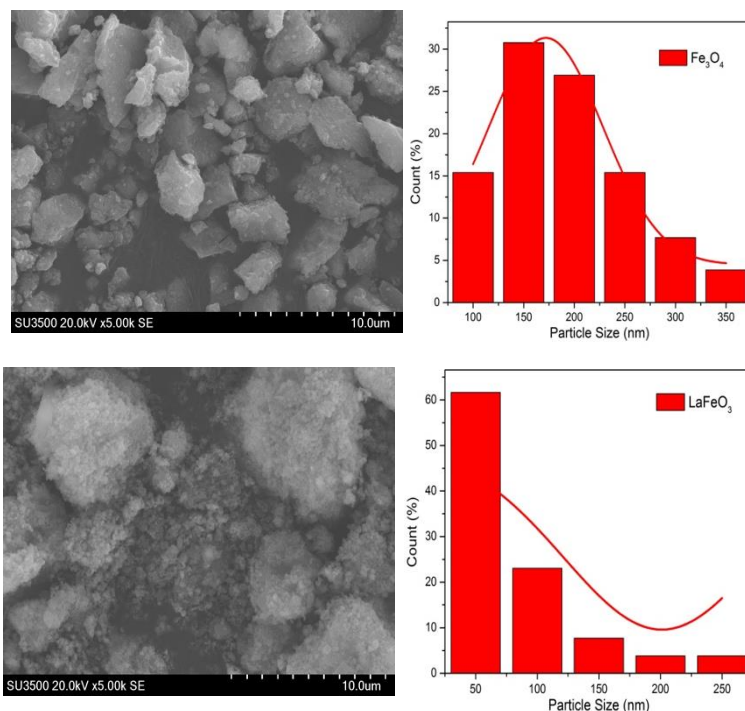
Pola XRD dari dua sampel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dan  $\text{LaFeO}_3$  dalam penelitian ini ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Pola XRD dari  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dan  $\text{LaFeO}_3$

Puncak kristal dalam Gambar 1 untuk sampel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  memiliki 6 puncak dengan indeks miller (220), (311), (400), (422), (511), dan (400). Sedangkan untuk serbuk  $\text{LaFeO}_3$  memiliki 9 puncak dengan indeks miller (101), (111), (121), (210), (220), (202), (141), (115) dan (204).

Hasil pola XRD dapat mendukung dari hasil SEM pada Gambar 2. Selain itu, histogram distribusi partikel yang diukur dari Gambar SEM dapat mempelajari sebaran ukuran distribusi partikel terhadap kedua sampel.

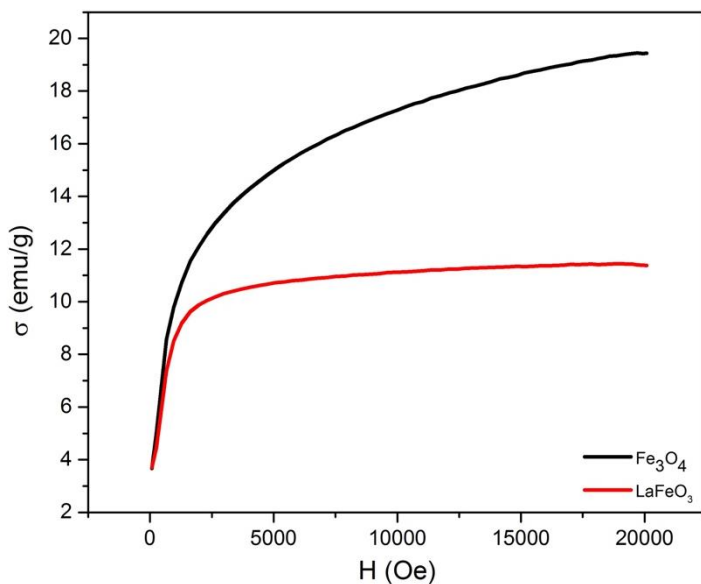


Gambar 2. SEM dan histogram Distribusi Partikel dari  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dan  $\text{LaFeO}_3$

Gambar 2 memperlihatkan hasil morfologi dari  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dan  $\text{LaFeO}_3$ . Sampel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  menunjukkan bahwa sampel tersebut masih terdapat aglomerasi pada perbesaran 5000 kali. Hal ini diindikasikan proses sintesis yang masih tidak sempurna saat melakukan proses stirring pada sampel (Ranieri et al. 2016). Histogram yang dihasilkan pada sampel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  menunjukkan ukuran partikel memiliki kisaran 100 sampai dengan 300 nm. Range maksimum berkisar 150 sampai dengan 200 nm.

Kemudian sampel  $\text{LaFeO}_3$  menunjukkan bahwa sampel sudah memiliki struktur dengan morfologi semi-spherical. Dalam perbesaran 5000 kali, ukuran partikel masih dalam keadaan acak (random). Hasil distribusi partikel untuk  $\text{LaFeO}_3$  memperlihatkan sebaran maksimum ukuran partikel ditunjukkan dalam range 50 nm, selanjutnya mengalami penurunan hingga pada range 250 nm.

Setelah analisis morfologi, hasil sifat magnetik dari pengujian VSM diperlihatkan pada Gambar 3. Dalam Gambar 3 terlihat hasil kurva histerisis yang ditunjukkan untuk sampel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dan  $\text{LaFeO}_3$ .



Gambar 3. Kurva histeresis  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dan  $\text{LaFeO}_3$

Sifat magnetik yang diperlihatkan pada Gambar 3, sampel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  memiliki sifat magnetik  $M_s = 20$  emu/g,  $M_r = 9$  emu/g dan  $H = 400$  Oe, sedangkan sifat magnetik  $\text{LaFeO}_3$  yaitu  $M_s = 10$  emu/g,  $M_r = 8$  emu/g dan  $H = 410$  Oe. Hasil sifat magnetik  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  lebih besar dibandingkan  $\text{LaFeO}_3$ . Hal ini disebabkan karena  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  memiliki sifat magnetik lebih kuat dibandingkan  $\text{LaFeO}_3$  (Zhang et al. 2017).

### Kesimpulan

Karakteristik mikrostruktur dan sifat magnetik dari  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dan  $\text{LaFeO}_3$  telah berhasil dilakukan menggunakan metode co-presipitasi. Hasil XRD menunjukkan bahwa kedua sampel telah memiliki fase tunggal tanpa pengotor kristal seperti  $\text{La}_2\text{O}_3$  atau  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Hasil morfologi SEM menunjukkan bahwa  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dan  $\text{LaFeO}_3$  memiliki ukuran partikel yang random. Histogram distribusi sebaran partikel untuk kedua sampel ini menunjukkan range 50-300 nm. Sifat magnetik dari sampel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  memiliki  $M_s = 20$  emu/g,  $M_r = 9$  emu/g dan  $H = 400$  Oe, sedangkan sifat magnetik  $\text{LaFeO}_3$  yaitu  $M_s = 10$  emu/g,  $M_r = 8$  emu/g dan  $H = 410$  Oe.

### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Universitas Sumatera Utara melalui Penelitian Talenta 2021 No. 158/UN5.2.3.1/PPM/SPP-TALENTA USU/2021 Skema Dosen Pemula/Muda dan Pusat Riset Fisika, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) Serpong.

### Referensi

- Abazaria, R., Sanati, S., Saghatforoush, L. A. (2014) A unique and facile preparation of lanthanum ferrite nanoparticles in emulsion nanoreactors: Morphology, structure, and efficient photocatalysis. *Materials Science in Semiconductor Processing*. **25**: 301-306.
- Dayana, I. et al. (2019) The effect of tetraethyl orthosilicate (TEOS) additions as silica precursors on the magnetite nano-particles ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) properties for the application of ferro-lubricant. *Journal of Molecular Liquids*. **294**: 111557
- Demirci, E. et al. (2018) Lanthanum ion substituted cobalt ferrite nanoparticles and their hyperthermia efficiency. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*. **458**: 253-260.
- Dumitru, R. et al. (2020) Lanthanum ferrite ceramic powders: synthesis, characterization and electrochemical detection application. *Materials*. **13**(9):2061
- Ghosh, A. et al. (2019) Electronic and Magnetic Properties of Lanthanum and Strontium Doped Bismuth Ferrite: A First-Principles Study. *Scientific Reports*. **9**:194.
- Ranieri, M. G.A. et al. (2016) Electrical behavior of chemically grown lanthanum ferrite thin films. *Ceramics International*. **42**(2): 2234–2240
- Rianna, M., Sembiring, T., et al. (2019) Effect of calcination temperature on microstructures, magnetic properties, and microwave absorption on  $\text{BaFe}_{11.6}\text{Mg}_{0.2}\text{Al}_{0.2}\text{O}_{19}$  synthesized from natural iron sand. *Case Studies in Thermal Engineering*. **13**: 100393.
- Rianna, M., Situmorang, M. et al. (2019) The effect of Mg-Al additive composition on microstructure, magnetic properties, and microwave absorption on  $\text{BaFe}_{12-2x}\text{Mg}_x\text{Al}_x\text{O}_{19}$  ( $X = 0-0.5$ ) material synthesized from natural iron sand. *Materials Letters*. **256**: 126612
- Zhang, J., et al. (2017) Lanthanum zirconate based thermal barrier coatings: A review. *Surface and Coatings Technology*. **323**:18-29.