



**SINTESIS SERBUK BARIUM HEKSAFERIT YANG DITAMBAH DENGAN LOGAM  
Mn SEBAGAI MATERIAL ANTI RADAR**

Khalilurrahman<sup>1</sup> Susilawati<sup>2</sup> Kosim<sup>3</sup>

Program Studi Magister Pendidikan IPA Program Pascasarjana Universitas Mataram<sup>123</sup>

Email: [Khalil.ong06@gmail.com](mailto:Khalil.ong06@gmail.com), [Susilawataihambali@yahoo.co.id](mailto:Susilawataihambali@yahoo.co.id), [kosimho@yahoo.com](mailto:kosimho@yahoo.com)<sup>c</sup>

**Key Words**

*Sintesis, Barium  
M-heksaferit,  
Mangan (Mn),  
kopresipitasi.*

**Abstract**

*Barium Heksaferit ( $BaFe_{12-x}Mn_xO_{19}$ ) powder synthesis was added with Mn metal using coprecipitation method. The purpose of adding these metals to see the effect of adding Mn metal and calcination temperature of the powder color change Barium Heksaferit. The value of x in the addition of Mn metal in Barium Heksaferit is  $x = 0 ; 0.2 ; 0.4 ; 0.6$  and calcined for 4 hours at a temperature of 400 , 600 and 800 °C. The addition of Mn metal and calcination temperature rise resulting color more brown powder.*

**Kata Kunci**

Sintesis,  
Barium M-  
heksaferit,  
Mangan (Mn),  
kopresipitasi

**Abstrak**

Sintesis serbuk Barium Heksaferit ( $BaFe_{12-x}Mn_xO_{19}$ ) ditambahkan dengan logam Mn menggunakan metode kopresipitasi. Tujuan dari penambahan logam ini untuk melihat pengaruh penambahan logam Mn dan temperatur kalsinasi terhadap perubahan warna serbuk Barium Heksaferit. Nilai x pada penambahan logam Mn pada Barium Heksaferit yaitu  $x = 0 ; 0,2 ; 0,4 ; 0,6$  dan dikalsinasi selama 4 jam pada suhu 400, 600 dan 800 °C. Penambahan logam Mn dan kenaikan temperatur kalsinasi mengakibatkan warna serbuk semakin coklat.

## PENDAHULUAN

Luasnya aplikasi nanopartikel Barium M-heksaferit dalam sains dan teknologi, mengharuskan pentingnya pengembangan material ini dari berbagai sisi. Bahkan sampai sekarang para peneliti terus gencar mengembangkan penelitian dengan melakukan penambahan pada nanopartikel  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$  dengan beragam metode sintesis dan prekursor yang pada umumnya masih relatif kompleks (Taufiq, 2008). Tidak hanya melakukan penambahan yang sangat penting untuk mendapatkan material baru dengan karakteristik yang lebih baik dari sebelumnya atau lebih dari sekedar mengimbangi tren penelitian yang ada, penelitian ini juga menawarkan alternatif metode sintesis Barium Heksaferit dengan ditambahkan logam Mn menggunakan metode kopresipitasi sederhana pada suhu rendah, peralatan sederhana, serta waktu yang relatif cepat dalam membentuk  $\text{BaFe}_{12-x}\text{Mn}_x\text{O}_{19}$  dalam ukuran dan distribusi nanometer (Sukirman, 2012). Penelitian ini difokuskan untuk melihat gambaran perubahan warna pada serbuk Barium Heksaferit yang telah ditambahkan dengan logam Mn dengan nilai  $x = 0; 0,2; 0,4; \text{ dan } 0,6$  serta dikalsinasi selama 4 jam pada suhu 400, 600 dan 800 °C.

Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis Barium M-heksaferit dengan ditambahkan logam Mn menggunakan metode kopresipitasi, mengetahui pengaruh temperatur kalsinasi terhadap Barium M-heksaferit dan mengetahui hubungan perbedaan konsentrasi logam penambah terhadap hasil sintesis Barium M-heksaferit.

## LANDASAN TEORI

Ferrimagnetik oksida atau yang biasa disebut *ferrite*, adalah bahan keramik ferrimagnetik berwarna coklat tua atau abu-abu, sangat keras dan rapuh. Struktur kristal sangat kompleks, tetapi hal itu dapat digambarkan dengan struktur Kristal berbentuk heksagonal dengan sumbu c (0,0,1) yang unik, yang merupakan sumbu yang mudah termagnetisasi dalam struktur dasar (Narang, dkk 2006).

Barium M-heksaferit memiliki stoikiometri dengan struktur hexagonal yang mantap yang merupakan feromagnetik oksida dengan sifat dielektrik dan magnetik yang banyak digunakan pada aplikasi RF (*Radio Frequency*) dan *microwave*. Penggunaan Barium Heksaferit sebagai material magnet permanen dan perekam magnetik sangat diminati sehingga banyak penelitian dilakukan pada jenis material ini.

Berbagai sifat magnetik material dapat divariasikan dengan substitusi pada kation yang berisi unsur besi  $Fe^{+3}$  dalam  $BaFe_{12}O_{19}$ . Divalen logam transisi seperti Ni, Co, Mn, Cr, Ti sering digunakan karena memiliki persamaan jari-jari ionik dan konfigurasi elektron. Sifat kelistrikan dan kemagnetan dari substitusi Barium Heksaferit sangat bergantung pada kondisi sintesisnya karena disebabkan oleh ketidakseimbangan distribusi muatan pada proses substitusi multivalen kationnya (Mallick, dkk 2007).

Berdasarkan rumus kimia dan struktur kristalnya, Barium M-heksaferit dikelompokkan menjadi 6 tipe yaitu M ( $BaFe_{12}O_{19}$ ), Y ( $BaMe_2Fe_{12}O_{22}$ ), W ( $BaMe_2Fe_{16}O_{27}$ ), Z ( $Ba_3Me_2Fe_{24}O_{41}$ ), X ( $Ba_2Me_2Fe_{28}O_{46}$ ) dan U ( $Ba_4Me_2Fe_{36}O_{60}$ ) (Ahmeda, dkk. 2008). M, Y, W, Z, X, dan U menyatakan tipe dari barium hexaferrite yang ditentukan oleh jumlah kandungan ion besi dan oksigen dalam senyawa. Sedangkan Me menyatakan suatu variabel yang bisa diganti dengan ion Zn, Ti, Co, Ga, Al, serta kation logam lainnya yang ukurannya hampir sama sesuai dengan sifat yang ingin dimunculkan. Hexagonal ferrite memiliki resistivitas, anisotropik magnetokristalin, dan magnetisasi saturasi yang tinggi, serta tegangan hilang dielektrik yang rendah pada stabilitas termal (Hahn, dkk. 2006).

Menurut Ahmeda, dkk. (2008), perbedaan tipe struktur Barium M-heksaferit didasarkan pada superposisi sepanjang sumbu c (sumbu 0,0,1) yang ditandai dengan blok T, R, dan S, seperti RSR\*S\*S\* untuk tipe X, TSTSTS untuk tipe Y, RSTSR\*S\*T\*S\* untuk tipe Z, RSSR\*S\*S\* untuk tipe W, RSR\*S\*T\*S\* untuk tipe U, dan RSR\*S\* untuk tipe M. Dimana T merupakan sebuah lapisan 4 ion oksigen ( $O_4-BaO_3-BaO_3-O_4$ ) dengan komposisi senyawa  $Ba_2Fe_8O_{14}$  dan R adalah blok 3 lapis ( $O_4-BaO_3-O_4$ ) dengan komposisi senyawa  $BaFe_6O_{11}^{2-}$  dan S adalah blok 2 lapisan oksigen ( $O_4-O_4$ ) dengan komposisi  $Fe_6O_8^{2+}$ . Adanya rumus kimia dan struktur kristal yang berbeda dari masing-masing tipe Barium Heksaferit tentunya akan menghasilkan pola difraksi yang berbeda. Hexagonal ferrite dengan struktur *magnetoplumbite* sejak lama telah menarik perhatian peneliti. Nilai anisotropi magnetokristalin dan magnetisasi saturasi yang tinggi menjamin aplikasi ini. Struktur kristal yang paling banyak diteliti adalah  $BaFe_{12}O_{19}$  dengan *space group* P63/mmc (Priyono, dkk. 2010). Struktur kristal ini adalah heksagonal dengan parameter kisi  $a = b = 5,892 \text{ \AA}$ ,  $c = 23,183 \text{ \AA}$ ,  $\alpha = \beta = 90^\circ$ ,  $\gamma = 120^\circ$  dengan kode database 1008841

mengacu pada data *crystallographic information file* (CIF)  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ .

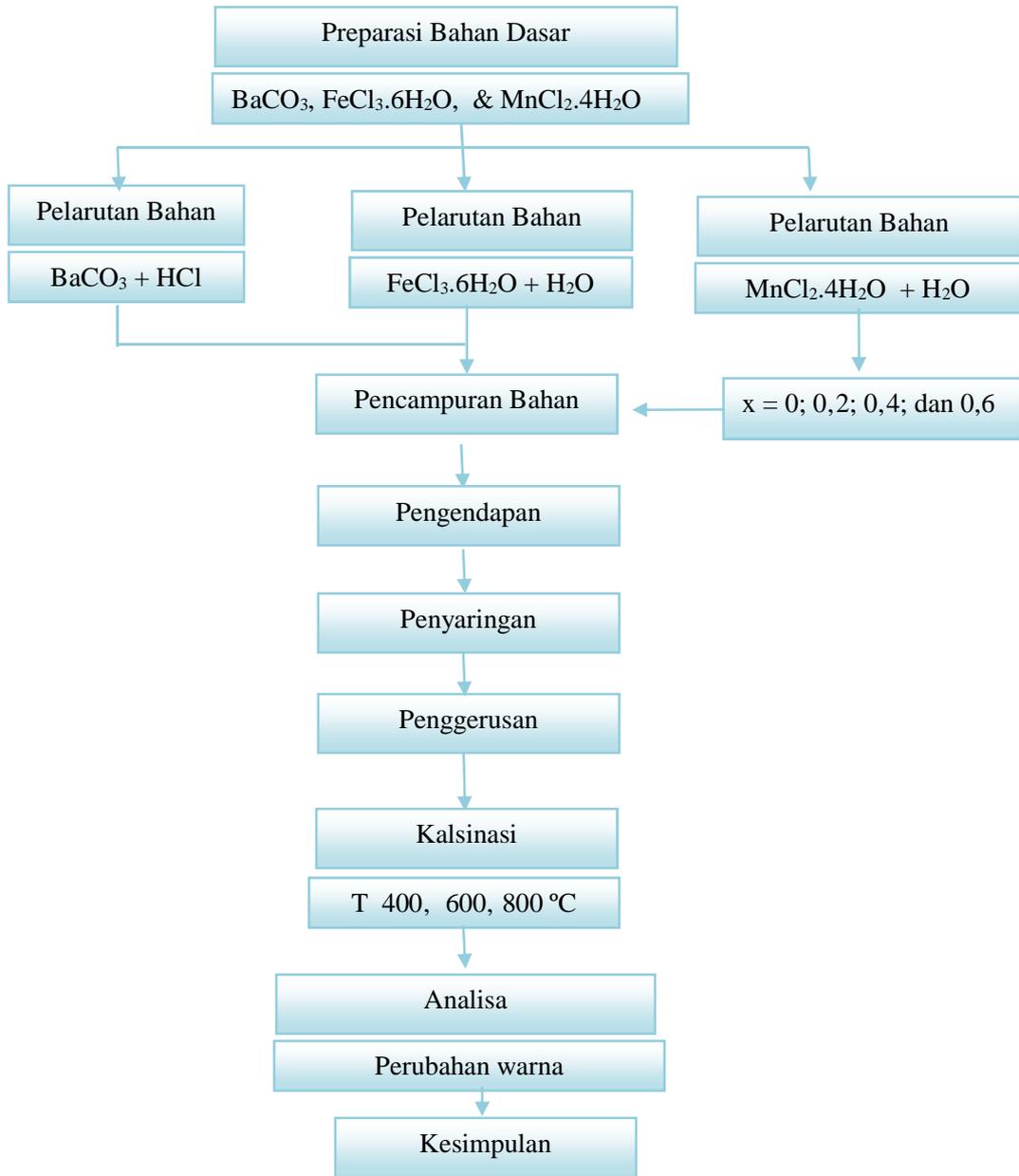
## METODE PENELITIAN

Barium Heksaferit dengan ditambahkan logam Mn disintesis menggunakan metode kopresipitasi dengan konsentrasi nilai  $x$  yang bervariasi. Metode kopresipitasi adalah metode pengendapan dengan menggunakan lebih dari satu substansi yang diendapkan secara bersamaan dengan penambahan suatu pengendap. Pada penelitian ini, pengendap yang digunakan  $\text{NH}_4\text{OH}$   $M = 6,5$  M.

Material dasar dalam pembuatan serbuk Barium Heksaferit yang ditambah logam Mn yang digunakan antara lain  $\text{BaCO}_3$ , dan  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  sebagai bahan dasar dan  $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  sebagai material dopan dengan variasi nilai  $x$  0; 0,2; 0,4 dan 0,6. Pembuatan material serbuk Barium Heksaferit dilakukan dengan metode kopresipitasi. Adapun langkah-langkah pembuatan material Barium Heksaferit dengan rumus kimia  $\text{BaFe}_{12-x}\text{Mn}_x\text{O}_{19}$  ini diawali dengan melarutkan  $\text{BaCO}_3$  dengan  $\text{HCl}$  dan  $\text{H}_2\text{O}$  dengan menggunakan *hot plate* dengan suhu 70 – 80 °C selama 2 jam

sehingga dihasilkan larutan  $\text{BaCl}_2$  yang homogen. Langkah selanjutnya melarutkan  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  dengan  $\text{H}_2\text{O}$  menggunakan *magnetic stirrer* dan menghasilkan larutan  $\text{FeCl}_3$  yang homogen (Susilawati, 2013). Langkah berikutnya melarutkan  $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  dengan  $\text{H}_2\text{O}$  sehingga dihasilkan larutan  $\text{MnCl}_2$  yang homogen. Selanjutnya mencampur larutan  $\text{BaCl}_2$ ,  $\text{FeCl}_3$  dan larutan  $\text{MnCl}_2$  ke dalam satu wadah sehingga terbentuk larutan  $\text{BaFe}_{12-x}\text{Mn}_x\text{O}_{19}$  berwarna coklat. Selanjutnya mentitrasi larutan  $\text{BaFe}_{12-x}\text{Mn}_x\text{O}_{19}$  dengan  $\text{NH}_4\text{OH}$  (konsentrasi 6,5 M, PA 99,9 % dan Volume 52,557 ml) sampai pH larutan asam lemah dan terjadi pengendapan. Setelah diperoleh endapan, bahan kemudian disaring dengan menggunakan kertas saring dan dicuci dengan aquades sampai pH 7. Selanjutnya pengeringan dilakukan pada temperatur 80 °C. Selanjutnya proses penggerusan sehingga diperoleh bahan yang sangat halus dan dikalsinasi dengan suhu yang bervariasi yaitu 400, 600 dan 800 °C selama 4 jam.

Berikut ini gambar diagram alir sintesis serbuk Barium Heksaferit yang ditambahkan logam Mn:

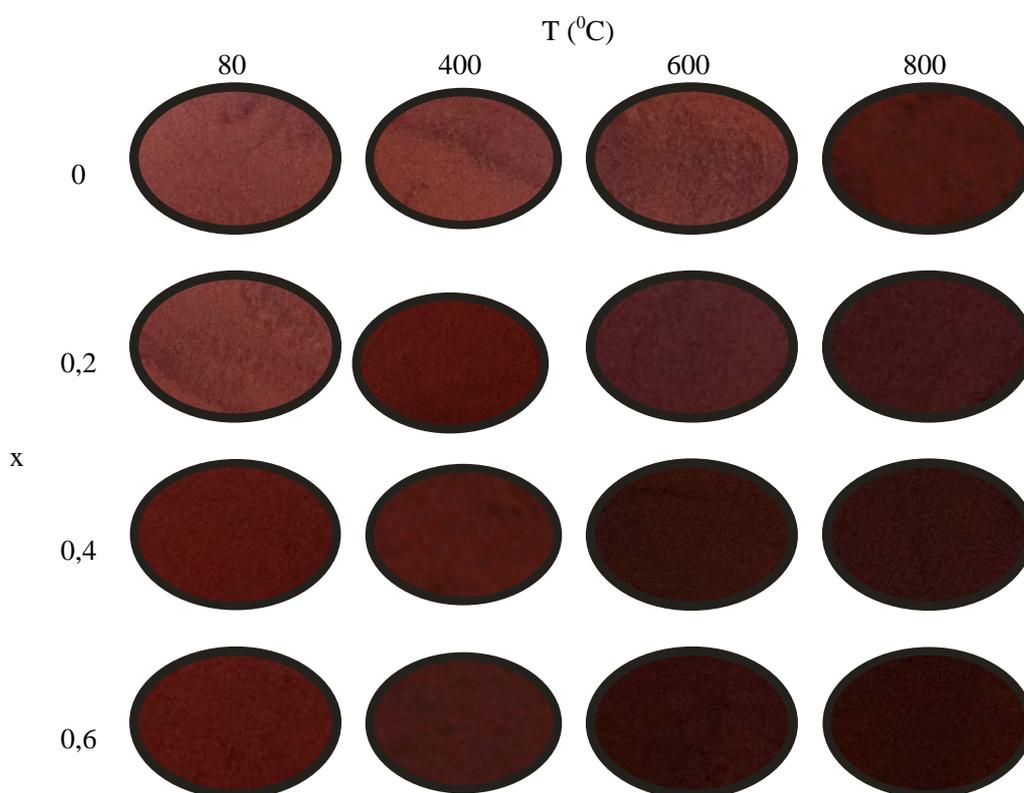


Gambar 1. Diagram alir sintesis Barium Heksaferit yang ditambah logam Mn

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Sintesis serbuk Barium Heksaferit yang ditambah logam Mn menghasilkan serbuk berwarna coklat. Berikut gambar suhu hasil sintesis serbuk Barium Heksaferit dengan berbagai variasi variabel logam

penambah logam Mn dan terhadap temperatur kalsinasi:



Gambar 2. Hasil sintesis serbuk Barium Heksaferit dengan berbagai variasi x yang ditambah logam Mn dan temperatur kalsinasi.

Berdasarkan Gambar 2 di atas, dapat dilihat bahwa semakin banyak logam penambah yang diberikan, maka menghasilkan Barium Heksaferit dengan warna yang akan semakin gelap. Serbuk Barium Heksaferit tanpa murni tanpa logam penambah memiliki warna coklat yang lebih cerah dibandingkan dengan serbuk Barium Heksaferit yang ditambah dengan logam Mn. Semakin besar nilai variabel log penambah x yang diberikan, warna dari serbuk Barium Heksaferit tersebut semakin coklat pekat. Begitu juga terhadap

peningkatan temperatur kalsinasi yang mempengaruhi warna dari serbuk Barium Heksaferit tersebut. Penambahan logam Mn ini nantinya diharapkan mampu meningkatkan nilai konduktivitas listrik bahan dan menurunkan nilai medan koersivitas bahan tersebut.

#### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa : (1) Telah berhasil dilakukan sintesis serbuk Barium Heksaferit

dengan ditambahkan logam Mn. (2) Semakin banyak logam Mn yang ditambahkan, maka warna serbuk semakin gelap. (3) Temperatur kalsinasi mempengaruhi warna dari serbuk Barium Heksaferit, baik yang ditambahkan logam Mn maupun yang tidak ditambahkan logam.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ahmeda, Okashab, Kershi. 2008. Influence of Rare-earth Ions on The Structure and Magnetic Properties of Barium W-type Hexaferrite. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials* 320, hal. 1146–1150.
- Hahn, D. W., Han, Y. H. 2006. C02Z Type Hexagonal Ferrites Prepared by Sol-gel Method., *Materials Chemistry and Physics*, Vol.95, hal. 248-251.
- Mallick, K.K., Shepherd, P., Green, R.J. 2007. Magnetic properties of cobalt substituted M-type barium hexaferrite prepared by co-precipitation. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials* 312. Hal. 418–429
- Narang, S., Hudiara, I.S. and Bai, Y. (2006) The Effect of Co and Zr Substitution on dc Magnetic Properties of Ba-Sr Ferrite. *Journal of Alloys and Compounds*, 464, 429-433.
- Priyono, Ahyani, M. 2010. Sintesis Barium Hexaferrite Yang Disubstitusi Ion Mn-Co Melalui Reaksi Padat Dan Pengaruhnya Terhadap Perubahan Struktur Dan Sifat Magnet. *Jurnal Sains dan Matematika*. Hal. 146-150.
- Sukirman, E., Mujamilah, Sulungbudi, G.T., Sarwanto, Y., dan Yudho, E.P. 2012. *Struktur Dan Sifat Magnetik Nanopartikel Magnetik (Fe-R) (R = Fe, Tb, Dy, Co) Dari Hasil Proses Milling Energi Tinggi*. BATAN : Tangerang Selatan
- Susilawati dan Doyan, A. 2013. *Sintesis dan Studi Pendahuluan Struktur Bahan Hexaferrite Untuk Aplikasi Anti Radar*. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pembelajaran Sains Dan Implementasi Kurikulum 2013*. Program Studi Magister Pendidikan IPA Program Pascasarjana Universitas Mataram : Mataram
- Taufiq, A., Bahtiar, S., Sunaryono, Hidayat, N., Fuad, A., Diantoro, M., Hidayat, A., Pratapa, S. dan Darminto. 2010. *Kajian Struktur Kristal Dan Dielektrisitas Nanopartikel Magnetite Berbasis Pasir Besi Doping Zn<sup>2+</sup> Hasil Sintesis Metode Kopersipitasi*. Institut Teknik Surabaya : Surabaya