

Sintesis Bahan M-Heksaferit Substitusi Logam Kobalt-Mangan dengan Metode Kopresipitasi

Sahlam*, Aris Doyan, Susilawati

Program Studi Magister Pendidikan IPA Program Pascasarjana Universitas Mataram, Indonesia

*Corresponding Author: abutsafa@gmail.com,

Abstrak. Penelitian ini bertujuan mensintesis barium M-heksaferit (BaM) substitusi logam Co-Mn dan mengetahui pengaruh substitusi dan temperatur kalsinasi terhadap bahan yang terbentuk. Proses sintesis BaM menggunakan metode kopresipitasi dengan variasi konsentrasi substitusi 0,0; 0,1; 0,2; dan 0,3 dengan temperatur kalsinasi 400, 600 dan 800°C. Penelitian ini telah berhasil mensintesis BaM berbentuk serbuk berwarna coklat hingga coklat tua. Hasil terbaik pada penelitian ini adalah sampel dengan konsentrasi substitusi 0,3 dan suhu kalsinasi 800°C.

Kata Kunci: Barium M-heksaferit, sintesis, kopresipitasi

Abstract. The aims of this research are to synthesise Barium M-heksaferit (BaM) Co-Mn metal substitution and determine the effect of substitution and calcination temperature of the material formed. BaM synthesis processes using coprecipitation method with substitution concentration variation 0.0; 0.1; 0.2; and 0.3 the calcination temperature of 400, 600 and 800°C. This study has been successfully synthesised BaM powder form is brown to dark brown. The best results in this study were samples with concentrations of substitution of 0.3 and a calcination temperature of 800°C.

Keywords: Barium M-heksaferit, synthesis, coprecipitation

PENDAHULUAN

Barium M-heksaferit (BaM) $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ adalah salah satu bahan anti radar yang dikembangkan selain Fe_3O_4 dengan penguat Ni/Mn (Liu, 2008). Material ini memiliki kemampuan untuk menyerap gelombang mikro (Feng, 2007). Beberapa kelebihan yang dimiliki material ini adalah anisotropi magnetokristalin dan temperatur Currie yang tinggi serta saturasi magnetisasi yang besar. BaM adalah material magnetik kelas ferrimagnetik dengan lima ion Fe menempati kisi yang berbeda. Ferrimagnetik memiliki saturasi magnetik total dan koersivitas magnetik yang paling tinggi diantara kelas ferrit lainnya sehingga telah banyak diekplorasi untuk berbagai aplikasi teknologi seperti magnet permanen, dan penyimpanan data memori. Sifat kemagnetan dari BaM dapat direayasa melalui substitusi ion-ion logam agar mampu menjangkau rentang kemagnetan dari sifat kemagnetan paling lemah ke sifat kemagnetan paling kuat, sehingga dapat diaplikasikan pada media perekaman, interferensi elektromagnetik, perangkat *microwave*, dan sebagainya (Sholihah, 2012).

Berdasarkan rumus kimia dan struktur kristalnya, barium heksaferit dikelompokkan menjadi 5 tipe yaitu M ($\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$), Y ($\text{BaMe}_2\text{Fe}_{12}\text{O}_{22}$), W ($\text{BaMe}_2\text{Fe}_{16}\text{O}_{27}$), Z ($\text{Ba}_3\text{Me}_2\text{Fe}_{24}\text{O}_{41}$), X ($\text{Ba}_2\text{Me}_2\text{Fe}_{28}\text{O}_{46}$) (Darminto, 2011). Me menyatakan suatu variabel yang bisa diganti dengan ion Mn, Ti, Co, Ga, Al, serta kation logam lainnya yang ukurannya hampir sama sesuai dengan sifat yang ingin dimunculkan. *Hexagonal ferrit* memiliki *resistivitas*, anisotropik magnetokristalin, dan magnetisasi saturasi yang tinggi, serta tegangan hilang dielektrik yang rendah pada stabilitas termal (Hahn, 2006).

Sel kelompok BaM tersusun atas dua sistem kristal yaitu struktur kubus-pusat-sisi (*face-centered-cubic*) dan heksagonal mampat (*hexagonal-close-packed*) (Af'idah, 2011). Material yang memiliki sifat ferromagnetik bukan merupakan senyawa, melainkan unsur murni. Biasanya dimiliki oleh logam transisi seperti Fe, Co, Ni dan beberapa logam tanah jarang seperti Nd dan Sm. Ferrimagnetik merupakan senyawa, dimana momen magnetiknya berasal dari atom-atom ataupun ion-ion yang tidak saling menghilangkan secara sempurna (Saidah, 2012).

Pembahasan dari kepentingan *hexagonal ferrit* telah diinduksi dengan jenis aplikasi baru seperti magnet permanen, telekomunikasi, *magneto-optical*, media penyimpanan data dan *electromagnetic shielding fields*. Medan koersivitas (H_c) terlalu tinggi untuk beberapa aplikasi baru, ion besi dalam fasa-M dapat disubstitusi dengan kation logam lain yang ukurannya hampir sama (misalnya Al^{3+} , Ga^{3+} , Co^{2+} , Ti^{4+} , Mn^{2+}) hingga bahan memiliki sifat sesuai kebutuhan. Sebagian besar, substitusi berlangsung secara serentak di *spin-down* dan *spin-up sublattices* mengakibatkan

penurunan medan koersivitas dan konstanta anisotropik (Rosler, 2003). Momen magnetik yang dapat saling menghilangkan terjadi akibat dari terbentuknya persejajaran anti-paralel. Secara teori, barium M-heksaferit memiliki magnetisasi saturasi (M_s) sebesar 72 emu/g, nilai medan koersivitas (H_c) sebesar 6.700 Oe dan temperatur *Curie* sebesar 450 °C (Feng, 2007).

Kobal mempunyai kenampakan yang hampir sama dengan besi, tetapi cenderung ke warna merah muda. Seperti besi dan nikel, kobal bersifat magnetik. Kobal larut secara perlahan dalam larutan asam klorida dan asam sulfat encer yang hangat, namun larut cepat dalam larutan encer asam nitrat panas. Kobal bersifat keras, berwarna putih kebiruan, dan banyak digunakan untuk membuat paduan, seperti baja perak (*stainless steel*). Kobal utamanya memiliki bilangan oksidasi +2 dan +3, walaupun senyawa kobal dengan bilangan oksidasi 0, +1, dan +4 juga dikenal. Larutan garam kobal (II) mengandung ion $\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6^{2+}$ yang memberikan warna merah muda.

Mangan mempunyai warna putih-keabu-abuan, dengan sifat keras tapi rapuh, sangat reaktif secara kimiawi, dan terurai dengan air dingin secara perlahan. Garam mangan (II) kebanyakan larut dalam air. Penambahan OH^- kepada larutan Mn^{2+} menghasilkan hidroksida berupa gelatin putih yang dengan cepat menjadi gelap dalam udara akibat oksidasi (Cotton dan Wilkinson, 2013). Garam MnCl_3 (hitam), dapat diperoleh dalam larutannya dari reaksi MnO_2 dengan asam klorida pada temperatur rendah, dan akan terurai pada temperatur diatas 40 °C (Chem-Is-Try.Org. Situs Kimia Indonesia, akses tanggal 21 januari 2015)

Berdasarkan uraian di atas, maka disintesis barium M-heksaferit ukuran nano dengan mensubstitusi logam Fe pada fasa-M dengan dopan logam Co dan Mn dengan metode kopresipitasi. Material ini memiliki beberapa tipe seperti tipe M, W, U, X, Y, dan Z, sehingga dalam proses sintesisnya, variasi variabel stoikiometri unsur-unsur penyusun dan temperatur kalsinasi memiliki peranan penting dalam proses pembentukan barium M-heksaferit. Adanya substitusi logam Co dan Mn pada logam Fe diharapkan tidak menyebabkan perubahan struktur pada bahan dasar $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ mengingat dimensi dari material pensubstitusi dan tersubstitusi hampir sama (Ahmeda, 2008).

Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis barium M-heksaferit dengan substitusi logam Co dan Mn menggunakan metode kopresipitasi, mengetahui pengaruh dopan logam Co dan Mn dan temperatur kalsinasi terhadap bahan yang terbentuk.

METODE

Sintesis dilakukan dengan metode kopresipitasi, dengan variasi $x = 0,0; 0,1; 0,2; \text{ dan } 0,3$. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain BaCO_3 , HCl , $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, NH_4OH . Tahapan sintesis sampel barium M-heksaferit sebagai berikut : Menghitung jumlah bahan yang diperlukan untuk masing-masing konsentrasi substitusi. Melarutkan besi ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) dalam H_2O dengan menggunakan magnetik stirrer selama 30 menit (larutan 1), kemudian melarutkan BaCO_3 dalam HCl menggunakan hot plate magnetic stirrer pada suhu 70°C selama 2 jam (larutan 2), selanjutnya melarutkan serbuk $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dan $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ dalam H_2O (larutan 3). Mencampurkan semua larutan (1,2,3) sambil distirrer hingga homogen selama 45 menit (larutan 4), berikutnya mentitrasi larutan 4 dengan NH_4OH hingga seluruh larutan mengendap. Endapan larutan 4 kemudian dicuci menggunakan aquades hingga pH netral dan hasilnya dikeringkan pada temperatur 80°C. Menggerus sampel hingga halus, dan membagi sampel untuk dikalsinasi pada suhu 400, 600 dan 800°C selama empat jam, hingga dapat teramati pengaruh kalsinasi terhadap bahan yang terbentuk. Secara skematis tahap pembuatan sampel seperti pada diagram di bawah ini.

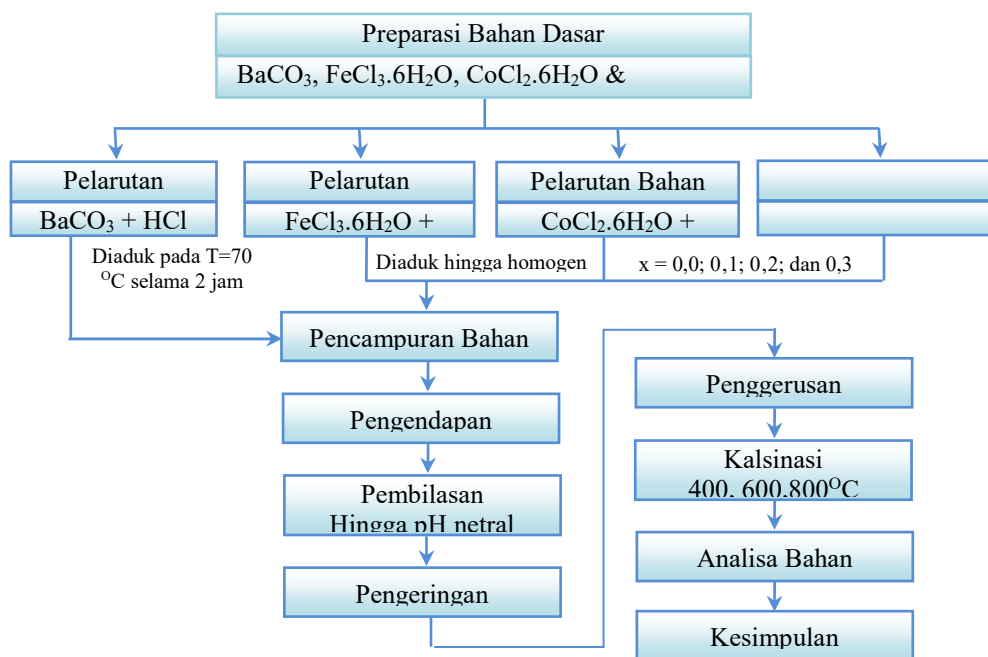


Diagram alir sintesis BaM substitusi logam Co dan Mn (adopsi Susilawati, 2013)

HASIL DAN PEMBAHASAN

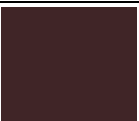
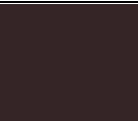
Penelitian ini telah berhasil mensintesis barium M-heksaferit substitusi logam Co dan Mn dengan memvariasikan konsentrasi x ($x = 0,0; 0,1; 0,2; \text{ dan } 0,3$) dan temperatur kalsinasi (400, 600, dan 800°C), hingga mendapatkan BaM dalam bentuk serbuk seperti ditunjukkan pada Gambar 1.

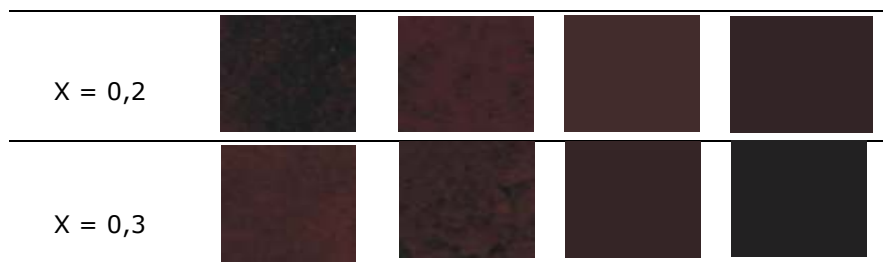


Gambar 1. Gambar serbuk sampel dikeringkan pada suhu 80°C

Perubahan warna sampel karena variasi suhu kalsinasi seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Gambar perubahan warna sampel BaM karena variasi suhu kalsinasi

Konsentrasi Substitusi	Tanpa Kalsinasi	Variasi suhu kalsinasi (°C)		
		400	600	800
X = 0,0				
X = 0,1				



Gambar 1 memperlihatkan sampel pada konsentrasi substitusi 0,1 dan 0,2 lebih gelap dibandingkan sampel dengan konsentrasi substitusi 0,3, hal ini dapat terjadi karena terbentuknya garam MnCl_3 (hitam) tidak stabil, dari reaksi MnCl_2 dengan asam klorida (HCl) pada suhu rendah, dan akan terurai lagi pada suhu diatas 40°C , sehingga setelah kalsinasi 400°C warna sampel menjadi coklat dengan kepekatan antara konsentrasi substitusi 0,0 dan 0,3.

Warna sampel dengan konsentrasi substitusi 0,2 sedikit lebih terang dibanding sampel dengan konsentrasi substitusi 0,1, hal yang mungkin terjadi adalah kepekatan garam MnCl_3 (hitam) yang terbentuk lebih tinggi pada sampel dengan konsentrasi 0,1 sehingga memungkinkan untuk membuat sampel dengan konsentrasi substitusi antara 0,2 dan 0,3 pada penelitian berikutnya, karena pada konsentrasi 0,2 masih terjadi pembentukan garam sedang pada konsentrasi 0,3 proses sintesis berlangsung tanpa pembentukan garam.

Perlakuan kalsinasi menyebabkan garam MnCl_3 (hitam) yang terbentuk pada sampel dengan konsentrasi substitusi 0,1 dan 0,2 terurai, sehingga warna sampel lebih terang dan semakin pekat dengan penambahan konsentrasi Co dan Mn seperti ditunjukkan pada Tabel 1, semakin tinggi suhu kalsinasi warna sampel semakin pekat. Penelitian ini menghasilkan bahan BaM substitusi logam Co dan Mn tanpa pembentukan garam pada sampel dengan konsentrasi substitusi 0,3 dan suhu kalsinasi 800°C .

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa:

- (1) Telah berhasil disintesis bahan BaM substitusi logam Co dan Mn,
- (2) Semakin tinggi suhu kalsinasi, warna sampel semakin pekat,
- (3) Konsentrasi substitusi 0,3 dan suhu kalsinasi 800°C menghasilkan sampel bahan BaM yang lebih baik.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih diucapkan kepada pemerintah Indonesia melalui Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia atas bantuan hibah Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi (PUPT) tahun anggaran 2015.

DAFTAR PUSTAKA

- Afidah, N., Indahnia, E., & Darminto. (2011). *Sintesis Barium M-Heksaferrit $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ dengan Variasi Temperatur Kalsinasi*. Makalah disajikan pada Seminar Nasional Pascasarjana XI-ITS, Surabaya, 27 Juni 2011.
- Ahmed, M. A., Okasha, N., & Kershi, R. M. (2008). Influence of Rare-Earth Ions on the Structure And Magnetic Properties Of Barium W-Type Hexaferrite. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 320(6): 1146-1150.
- Chem-Is-Try.Org. (2015). *Situs Kimia Indonesia*, akses tanggal 21 Januari 2015.
- Cotton, F.A., & Wilkinson, G., (2013). *Kimia Anorganik Dasar*, UI-Press, Jakarta.
- Darminto, Zainuri, M. & Kamariyah, E. I., (2011). *Sintesis Serbuk Barium Heksaferrit dengan Metode Kopresipitasi*. Makalah disajikan pada Seminar Nasional Pascasarjana XI - ITS, Surabaya, 27 Juni 2011.
- Feng, Y.B., Qiu, T., & Shen, C.Y., (2007). Absorbing Properties and Structural Design of Microwave Absorbers Based on Carbonyl Iron and Barium Ferrite. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*. 318: 8-13.
- Hahn, D. W., & Han, Y. H., (2006). CO_2Z Type Hexagonal Ferrites Prepared by Sol-gel Method. *Materials Chemistry and Physics*, 95:248-251.
- Rosler, S., Wartewig, P., & Langbein, H., (2003). Synthesis and Characterization of Hexagonal Ferrites $\text{BaFe}_{12-2x}\text{Mn}_x\text{Ti}_x\text{O}_{19}$ ($0 \leq x \leq 2$) by Thermal Decomposition of Freeze-dried Precursors. *Crystal Research and Technology*, 38(11): 927-934.

- Saidah, I.N. & Zainuri, M., (2012). Pengaruh Variasi pH Pelarut HCl Pada Sintesis Barium M-Heksaferrit Dengan Doping Zn ($\text{BaFe}_{11,4}\text{Zn}_{0,6}\text{O}_{19}$) Menggunakan Metode Kopresipitasi. *Jurnal Sains dan Sent ITS*, 1(1): 41-46.
- Sholihah, F, R., & Zainuri, M., (2012). Pengaruh Holding Time Kalsinasi Terhadap Sifat Kemagnetan Barium M-heksaferite ($\text{BaFe}_{12-x}\text{Zn}_x\text{O}_{19}$) Dengan Ion Doping Zn. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 1:25-29.
- Susilawati & 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, 7 Desember 2014.
- Liu, Y., Yin, H.S., Liu, Y., Sun, K., Li, Y., Wang, L.L., & Xu, W.J. (2011). Improved synthesis methods for Barium Hexaferrite. *Advanced Materials Research*, 239(242): 3039-3042.