



SINTESIS BAHAN M-HEXAFERRITES DENGAN DOPING LOGAM Co MENGGUNAKAN METODE KOPRESIPITASI

KHAIRUNNISA¹, SUSILAWATI², RUDYAT TELLY SAVALAS³, MUHAMMAD TAUFIK⁴, WAHYUDI⁵

¹Program Studi Magister Pendidikan IPA Universitas Mataram, Email: khairu.nisa19@yahoo.co.id

²Program Studi Magister Pendidikan IPA Universitas Mataram, Email: susilawatihambali@yahoo.co.id

³Program Studi Pendidikan Kimia FKIP Universitas Mataram, Email: rudyat_telly@yahoo.com

⁴Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Mataram, Email: taufik@unram.ac.id

⁵Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Mataram, Email: wahyudi@unram.ac.id

Key Words	Abstract
Barium M-heksaferit, kobalt, kopresipitasi	<i>Has successfully carried out the synthesis of M-hexferrites with doping metal Co. using coprecipitation method in which the basic material used in this study is BaCO₃, FeCl₃.6H₂O, and CoCl₂ (Pa) in the form of powder with a purity of 99.99% by mole fraction 0, 0, 2, 0.5, 0.8 and 1. BaCO₃ dissolved in HCl with 0.1 N. The process of dissolving BaCO₃ using a hot plate and stirred using a magnetic stirrer until the temperature reaches 70°C for 2 hours, to prepare a solution and dissolve Iron CoCl₂.6H₂O (III) Chloride Hexahydrate FeCl₃.6H₂O, then a third mixing a solution of BaCO₃, CoCl₂.6H₂O and Iron (III) Chloride Hexahydrate FeCl₃.6H₂O it in a beaker and stirred using a magnetic stirrer to form a homogeneous solution (brownish black color) and then adding a solution NH₄OH precipitating the burette so that the precipitate obtained with high homogeneity. The samples were cooled and washed with distilled water, filtered with filter paper until pH neutral (pH = 7), the material is dried precipitated by using an oven temperature of 80°C. Furthermore, the process of grinding in order to obtain a brownish powder and calcined at varying temperatures of 400, 600 and 800°C for 4 hours.</i>
Kata Kunci	Abstrak
Barium M-heksaferit, kobal, kopresipitasi.	Telah berhasil dilakukan sintesis bahan M-heksaferit dengan doping logam Co menggunakan metode kopresipitasi dimana bahan dasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah BaCO ₃ , FeCl ₃ .6H ₂ O, dan CoCl ₂ (P.a) dalam bentuk serbuk dengan kemurnian 99,99% dengan fraksi mol 0, 0,2, 0,5, 0,8 dan 1. BaCO ₃ dilarutkan dalam HCl dengan 0,1 N. Proses melarutkan BaCO ₃ menggunakan hot plate dan mengaduk menggunakan magnetic stirrer hingga mencapai suhu 70°C selama 2 jam, menyiapkan larutan CoCl ₂ .6H ₂ O dan larutkan Iron (III) Chloride Hexahydrate FeCl ₃ .6H ₂ O, kemudian mencampur ketiga larutan BaCO ₃ , CoCl ₂ .6H ₂ O dan Iron (III) Chloride Hexahydrate FeCl ₃ .6H ₂ O tersebut dalam gelas kimia dan diaduk menggunakan magnetic stirrer sehingga terbentuk larutan yang homogen (warna hitam kecoklatan) lalu menambahkan larutan pengendap NH ₄ OH dengan buret sehingga endapan diperoleh dengan homogenitas yang tinggi. Sampel didinginkan dan mencuci dengan aquades, disaring dengan kertas saring hingga pH netral (pH=7), material hasil endapan

dikeringkan dengan temperatur 80°C menggunakan oven. Selanjutnya proses penggerusan sehingga diperoleh serbuk kecoklatan dan dikalsinasi dengan suhu yang bervariasi yaitu 400, 600 dan 800°C selama 4 jam.

PENDAHULUAN

Penggunaan perangkat elektronik dewasa ini jumlahnya semakin meningkat, mulai dari perangkat telepon portable, handphone, *local area network* (LAN), *intelligent transport system* (ITS), dan masih banyak yang lainnya. Hal ini berakibat semakin banyak gelombang elektromagnetik dalam bentuk radiasi gelombang mikro yang teradiasi ke lingkungan. Radiasi gelombang elektromagnetik yang melebihi batas dosis yang diijinkan (*safe limit*) akan mengganggu lingkungan terutama kesehatan manusia (Karkirde, A.2008). Jumlah radiasi gelombang mikro ke lingkungan perlu untuk dikurangi. Untuk tujuan tersebut sekarang telah dikembangkan teknologi penyerapan terhadap radiasi gelombang mikro ke lingkungan. Jenis material tertentu dapat digunakan untuk teknologi tersebut. Material yang sering digunakan adalah golongan ferrit, seperti *barium hexaferrite* (BaM) yang tersubstitusi.

Berbagai penelitian dalam rangka mengembangkan Radar Absorbing Material (RAM) semakin banyak dilakukan. Salah satunya adalah penelitian tentang Sintesis dan Studi Pendahuluan Struktur Bahan M-Heksaferrites untuk Aplikasi Anti Radar. (Susilawati, 2013).

Radar merupakan alat deteksi posisi benda dengan menggunakan *microwave* atau gelombang radio. Pada umumnya radar digunakan untuk angkatan udara maupun angkatan laut, untuk mendeteksi kapal maupun pesawat asing yang masuk ke wilayah suatu negara (wikipedia, 2014).

Barium Heksaferrit sering ditulis dengan notasi BaM dan 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 BaM 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^{+2} dan 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 BaM sangat bergantung pada kondisi sintesisnya karena disebabkan oleh ketidakseimbangan distribusi muatan pada proses substitusi multivalen kationnya (Priyono, 2013)

Berdasarkan rumus kimia dan struktur kristalnya, barium heksaferrit 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 ($Ba_4Me_2Fe_{36}O_{60}$). M, Y, W, Z, X, dan U menyatakan tipe dari barium heksaferrit yang ditentukan oleh jumlah kandungan ion besi dan oksigen dalam senyawa. Sedangkan M 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 (Ahmeda, 2008).

Pada pembuatan barium M-heksaferrit ada beberapa metode yang bisa digunakan diantaranya yaitu metode sol gel, mekanika milling, kopresipitasi dan dapat juga didoping dengan logam transisi seperti Zn, Co, Mn, Ni dan logam transisi lainnya dengan suhu yang bervariasi. Mengacu pada hasil penelitian sebelumnya (Pangga, 2011; Susilawati, 2013) metode kopresipitasi merupakan metode yang memiliki tingkat kemurnian yang tinggi.

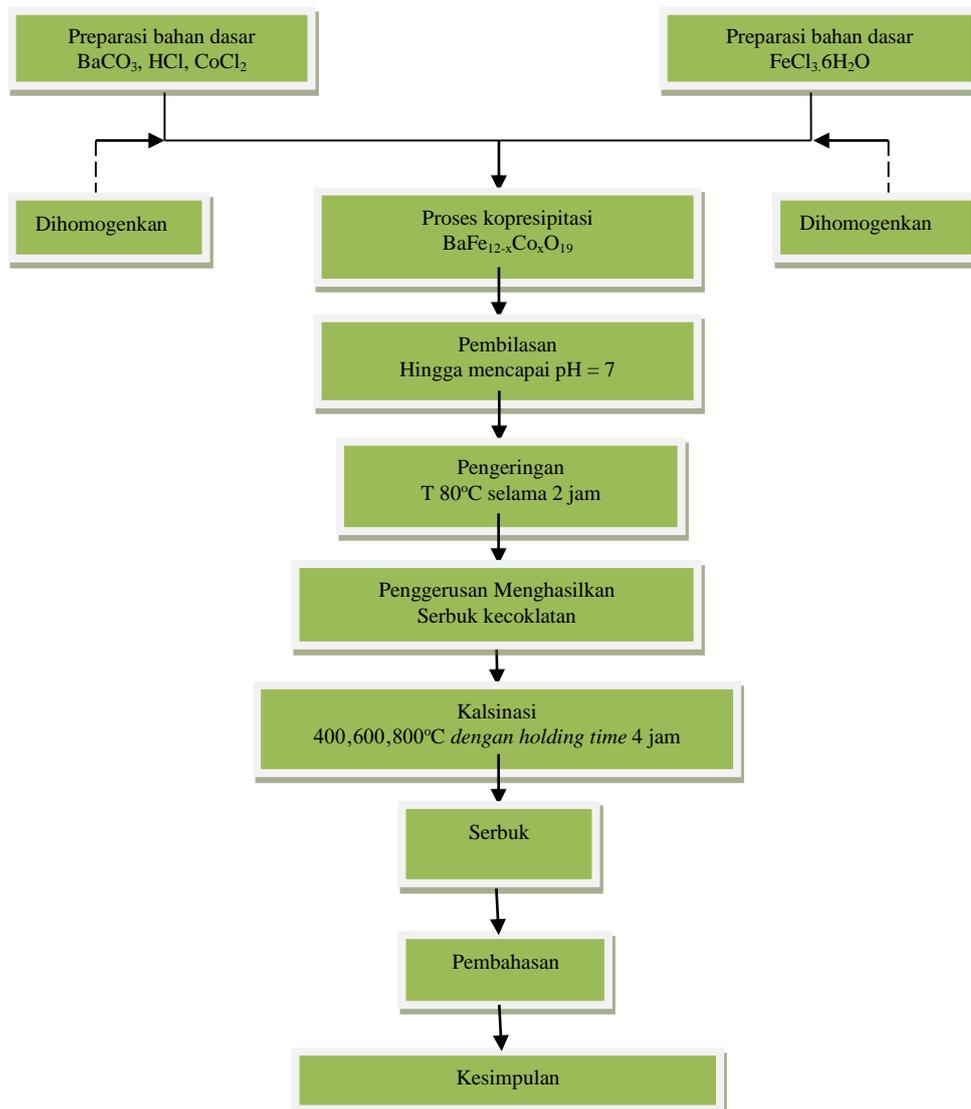
Pada penelitian ini dilakukan sintesis dengan metode kopresipitasi, yang divariasikan dengan doping logam Co pada barium heksaferrit $BaFe_{12}O_{19}$ sehingga terbentuk BaM sebagai material magnetik yang dapat menyerap gelombang mikro. Pemilihan barium heksaferrit tipe M disini karena tipe M bisa disubstitusi dengan unsur logam seperti Co, Zn, Ni dan unsur transisi lainnya (Susilawati, 2013; Linda, 2011).

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *true experimental* sedangkan

metode pembuatan sampel yang digunakan adalah metode kopresipitasi. Bahan dasar yang digunakan dalam penelitian ini seperti BaCO_3 , $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, dan CoCl_2 (P.a) dalam bentuk serbuk dengan kemurnian 99,99%. Pada pembentukan barium ferit substitusi $\text{BaFe}_{12-x}\text{Co}_x\text{O}_{19}$, menggunakan fraksi mol $x= 0, 0,2, 0,5, 0,8$ dan 1. Preparasi bahan dasar dilakukan di laboratorium Kimia Analitik Universitas Mataram dan akan dikarakterisasi menggunakan *Fourier transform infra red*

spectroscopy (FTIR) untuk melihat interpretasi terjadinya proses substitusi doping, *X-Ray Diffraction* (XRD) untuk mengetahui perubahan fase, *Scanning Electron Microscopy* (SEM) untuk melihat struktur morfologi dari suatu bahan, *Transmission Elektron Microscopy* (TEM) untuk melihat mikrostruktur, LCR Meter untuk melihat sifat kelistrikan dan *Vibrating Sample Magnetometer* (VSM) untuk melihat sifat kemagnetan (Susilawati, 2013)



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bahan dasar yang digunakan dalam penelitian ini seperti BaCO_3 , $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, dan CoCl_2 (P.a) dalam bentuk serbuk dengan kemurnian 99,99%. Pada pembentukan barium ferit substitusi $\text{BaFe}_{12-x}\text{Co}_x\text{O}_{19}$, menggunakan

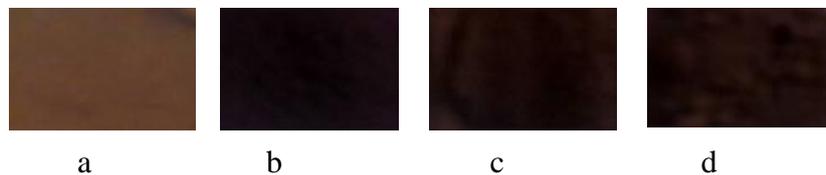
fraksi mol $x= 0, 0,2, 0,5, 0,8$ dan 1. Dengan menggunakan metode kopresipitas. Adapun langkah kerjanya adalah BaCO_3 dilarutkan dalam HCl, karena HCl merupakan asam kuat maka ditambahkan H_2O agar mengubah asam kuat menjadi asam lemah dari HCl.

Pengenceran BaCO_3 menggunakan *hot plate* dan diaduk menggunakan *magnetic stirrer* dengan suhu awal $30^\circ\text{C} - 70^\circ\text{C}$ selama 2 jam, siapkan larutan $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dan larutkan *Iron (III) Chloride Hexahydrate* $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, kemudian mencampur ketiga bahan BaCO_3 , $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dan larutkan *Iron (III) Chloride Hexahydrate* $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ tersebut dalam gelas kimia dan diaduk menggunakan magnetik *stirrer* sehingga terbentuk larutan yang homogen (warna hitam kecoklatan) ditambahkan larutan pengendap NH_4OH dengan buret sehingga endapan diperoleh dengan homogenitas yang tinggi. Sampel didinginkan dan dicuci dengan aquades, disaring dengan kertas saring hingga pH netral ($\text{pH}=7$), material hasil endapan dikeringkan dengan temperatur 80°C menggunakan oven. Selanjutnya proses penggerusan sehingga diperoleh serbuk kecoklatan dan dikalsinasi dengan suhu yang bervariasi yaitu 400, 600 dan 800°C selama 4 jam.

Penambahan doping Co diharapkan bisa mensubstitusi besi dan membuat arah domain tidak terorientasi, sehingga medan koersivitas sampel tersebut berkurang. Pemilihan Co ini dikarenakan material tersebut merupakan salah

satu jenis material bukan ferromagnetik. Material jenis non ferromagnetik ini bertujuan untuk membuat barium M-heksaferit menjadi material yang memiliki sifat *soft magnetic*. Dalam metode kopresipitasi, diendapkan menggunakan NH_4OH karena sisa NH_4OH yang ada dalam endapan dapat mudah dihilangkan dengan jalan memanaskan endapan (Pangga, 2011). Proses pengendapan merupakan salah satu proses kimia basah (*wet chemistry*) yang banyak digunakan untuk mendapatkan ukuran partikel yang sangat halus. Hasil sintesis berupa serbuk kecoklatan yang dikeringkan pada suhu 80°C selama 2 jam kemudian dikalsinasi pada suhu 400, 600 dan 800°C dengan waktu 4 jam, karena pada saat kalsinasi semua fase liquid akan menguap pada suhu tinggi hingga yang tersisa fase yang kita inginkan yaitu $\text{BaFe}_{12-x}\text{Co}_x\text{O}_{19}$.

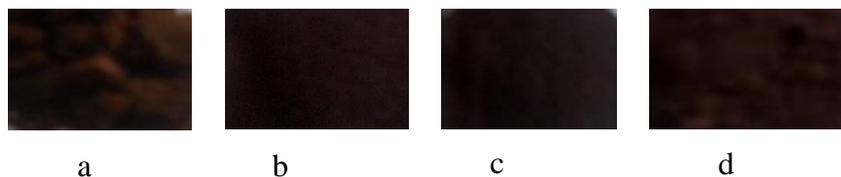
Hasil sintesis berupa serbuk dari Barium M-heksaferit berwarna kecoklatan terlihat pula perubahan warna pada serbuk tersebut karena adanya perbedaan banyaknya doping Co dan suhu yang digunakan pada kalsinasi. Hal ini dapat terlihat pada Gambar 2 sampai Gambar 5 di bawah ini.



Gambar 2. $\text{BaFe}_{11,8}\text{Co}_{0,2}\text{O}_{19}$ (a) $T= 80^\circ\text{C}$ (b) $T= 400^\circ\text{C}$ (c) $T= 600^\circ\text{C}$ dan (d) $T= 800^\circ\text{C}$

Gambar 2. merupakan hasil sintesis dengan difraksi mol $x= 0,2$ dimana pada gambar tersebut meningkatnya temperatur

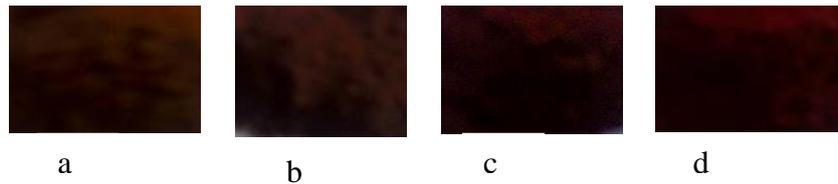
kalsinasi menyebabkan semakin gelapnya warna yang dihasilkan.



Gambar 3. $\text{BaFe}_{11,5}\text{Co}_{0,5}\text{O}_{19}$ (a) $T= 80^\circ\text{C}$ (b) $T= 400^\circ\text{C}$ (c) $T= 600^\circ\text{C}$ dan (d) $T= 800^\circ\text{C}$

Gambar 3. merupakan hasil sintesis dengan difraksi mol $x= 0,5$ dimana pada gambar tersebut meningkatnya temperatur

kalsinasi menyebabkan semakin gelapnya warna yang dihasilkan.



Gambar 4. $\text{BaFe}_{11,2}\text{Co}_{0,8}\text{O}_{19}$ (a) $T= 80^\circ\text{C}$ (b) $T= 400^\circ\text{C}$ (c) $T= 600^\circ\text{C}$ dan (d) $T= 800^\circ\text{C}$

Gambar 4. merupakan hasil sintesis dengan difraksi mol $x= 0,8$ dimana pada gambar tersebut meningkatnya temperatur

kalsinasi menyebabkan semakin gelapnya warna yang dihasilkan.



Gambar 5. $\text{BaFe}_{11}\text{Co}_1\text{O}_{19}$ (a) $T= 80^\circ\text{C}$ (b) $T= 400^\circ\text{C}$ (c) $T= 600^\circ\text{C}$ dan (d) $T= 800^\circ\text{C}$

Dari Gambar 2 sampai Gambar 5 dapat dilihat adanya perbedaan warna yang dihasilkan dari barium M-heksaferit, perbedaan ini diakibatkan karena pemberian doping logam Co yang bervariasi dari $x= 0,2$,

0,5, 0,8 dan 1 dengan suhu kalsinasi yang berbeda $T= 80, 400, 600$ dan 800°C . Hal ini membuktikan bahwa adanya pengaruh pemberian doping logam dan suhu kalsinasi dalam pembentukan barium M-heksaferit.

KESIMPULAN

Sintesis barium M-heksaferit berhasil dilakukan dengan metode kopresipitasi dengan fraksi mol Co $x= 0, 0,2, 0,5, 0,8$ dan 1 sehingga membentuk $\text{BaFe}_{12-x}\text{Co}_x\text{O}_{19}$. Dari hasil sintesis dapat disimpulkan bahwa adanya pengaruh pemberian doping logam dan suhu kalsinasi dalam pembentukan barium M-heksaferit. Hal ini terlihat adanya perubahan warna pada serbuk BaM yang dihasilkan karena adanya perbedaan banyaknya doping logam Co dan suhu yang digunakan pada kalsinasi.

Arasi S, Astuti. 2012. Sintesis Nanokomposit $\text{Pani}/\text{TiO}_2/\text{Karbon}$ sebagai menyerap gelombang mikro. *Jurnal fisika Unand* Vol.1 No.1

Ebara, H., Inoue, T. dan Hashimoto, O., 2006, *Measurement Method of Complex Permittivity and Permeability for a Powdered Material Using a Waveguide in Microwave Band*, Science and Technology of Advanced Materials 7(2006)77-83.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kepada semua pihak yang telah membantu sehingga terwujudnya artikel ini dan penelitian ini telah di danai oleh hibah penelitian unggulan Perguruan Tinggi (PUPT) MENRISTEK DIKTI tahun anggaran 2015.

Karkirde, A., Sinha, B. dan Sinha, S.N., 2008, *Development and Characterisation of Nickel-Zinc Spinel Ferrite for Microwave Absorption at 2-4 GHz*, Bull Matter Sci. Vol. 31 No. 5, Indian Academi Science pp 767 -770.

Mitrayana, Gelombang Mikro. (Online): Diakses tanggal 30 Desember 2014.

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.

Priyono, Windu Ganar Prasongko. 2013. Pembuatan Material Magnetik Komposit $\text{BaFe}_9\text{Mn}_{0,75}\text{Co}_{0,75}\text{Ti}_{1,5}\text{O}_{19}$ / Elastomer untuk Aplikasi Penyerap Gelombang Elektromagnetik. *Jurnal sains dan matematika*. Vol. 21

Susilawati dan Doyan A. 2013. Sintesis dan Studi Pendahuluan Struktur Bahan M–Heksaferrites untuk Aplikasi Anti Radar. *Proseding Seminar Nasional Penelitian,*

Pembelajaran Sains dan Implementasi Kurikulum 2013. Program Studi Magister Pendidikan IPA Program Pascasarjana Universitas Matarm. 7 Desember 2014.