

Sintesis Dan Sifat Magnetik Komposit BaFe₁₂O₁₉/ZnO Terhadap Aplikasi Elektronik Media Perekam Dan Absorben**Veryyon Harahap**

Fakultas Kesehatan, Universitas Efarina; verryyonharahap11@gmail.com (koresponden)

Sondang Sidabutar

Fakultas Kesehatan, Universitas Efarina; sondang_sidabutar73@yahoo.cm

ABSTRACT

The purpose of this study was to synthesize BaFe₁₂O₁₉/ZnO composites and use them as electronic applications for recording and absorbent media. Synthesis of Barium hexaferrite (BaFe₁₂O₁₉) using the Wet Milling method, with toluene media, while the ZnO Synthesis uses the coprecipitation method on powder. BaFe₁₂O₁₉ as a matrix and Zinc Oxide as a filler which is used as the main raw material for making composites. The results of Barium M-Ferrit and zinc oxide milling were mixed using wet milling with toluene media for 10 minutes and dried for half an hour at 200 oC. XRD (x-ray diffraction) results using full analysis, showed that the BaFe₁₂O₁₉ / ZnO composite was successfully synthesized. The crystal structure of Barium Hexaferrite is hexagonal and the peaks indicate single phase, each of the lattice parameters being BaFe₁₂O₁₉ a, b = 5.89 Å, c = 2.19 and spacegroup P6₃ / mm (194). The crystal structure of ZnO is hexagonal with lattice parameters a, b = 3.25 Å, b = 5.20 Å spacegroup P6₃mc (No.186) which is the wurtzite phase. The result of software match analysis shows that the percentage ratio of ZnO and BaFe₁₂O₁₉ atoms in this composite is the addition of ZnO mass by 50%, 75% has two phases, namely the ZnO and BaFe₁₂O₁₉ phases which show a heterogeneous structure with a hexagonal crystal structure. The morphology of the SEM photos shows that the barium hexaferrite grains are flat hexagonal in micron scale covered with ZnO. The VSM (Vibrating Sample Magnetometer) results showed that the magnetic properties of BaFe₁₂O₁₉ powder were obtained (Ms) magnetic saturation of 54.02 emu / g, (Mr) magnetic remanence 33.05 emu / g, (Hcj) coercivity 2941 Oe and (BHmax) product energy of 191 kGOe.

Keywords: barium hexaferrite; zinc oxide; composite; coercivity; remanence

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah mensintesis komposit BaFe₁₂O₁₉/ZnO dan pemanfaatannya sebagai aplikasi elektronik media perekam dan absorben. Sintesis Barium heksaferrit (BaFe₁₂O₁₉) menggunakan metode *Wet Milling*, dengan media *toluene*, sedangkan Sintesis ZnO menggunakan metode kopresipitasi pada powder. BaFe₁₂O₁₉ sebagai matriks dan *Zinc Oxide* sebagai filler yang digunakan sebagai bahan baku utama untuk pembuatan komposit. Hasil milling *Barium M-Ferrit* dan *zinc Oxide* dicampur menggunakan *wet milling* dengan media *toluene* selama 10 menit dan dikeringkan selama setengah jam pada suhu 200 °C. Hasil XRD (Difraksi sinar-x) menggunakan analisis *match*, menunjukkan bahwa komposit BaFe₁₂O₁₉/ZnO telah berhasil disintesis. Struktur Kristal Barium Heksaferrit adalah hexagonal dan puncak menunjukkan *single fase*, masing-masing parameter kisi adalah BaFe₁₂O₁₉ a, b = 5.89 Å, c = 2.19 dan spacegroup P6₃/mm (194). Struktur kristal ZnO adalah hexagonal dengan parameter kisi adalah a, b = 3.25 Å, b = 5.20 Å spacegroup P6₃mc (No.186) yang merupakan fase wurtzite. Hasil analisis software *match* menunjukkan bahwa perbandingan persentase atom ZnO dan BaFe₁₂O₁₉ pada komposit ini adalah penambahan massa ZnO 50%, 75% memiliki dua fasa yaitu adanya fasa ZnO dan BaFe₁₂O₁₉ yang menunjukkan struktur heterogen dengan struktur kristal hexagonal. Morfologi hasil foto SEM menunjukkan bahwa butir barium heksaferrit berbentuk flat heksagonal dalam skala mikron yang ditutupi ZnO. Hasil VSM (*Vibrating Sample Magnetometer*) didapatkan nilai sifat magnet Serbuk BaFe₁₂O₁₉ didapatkan (Ms) magnet saturasi 54.02 emu/g, (Mr) magnet remanen 33.05 emu/g, (Hcj) koersivitas 2941 Oe dan (BHmax) energi produk 191 kGOe.

Kata kunci: barium hexaferrite; zinc oxide; komposit; koersifitas; remanensi

PENDAHULUAN

Dalam dekade ini, teknologi metamaterials telah menarik banyak perhatian peneliti karena sifat uniknya untuk berbagai keperluan elektromagnetik, termasuk di dalamnya dalam bidang kesehatan khususnya pada lingkup radiologi medik. Saat ini menarik perhatian para peneliti bahwa *Barium M-hexaferrite* banyak digunakan dalam media perekaman magnetik, perangkat *microwave* perangkat komunikasi, seperti telepon

genggam, sistem jaringan area lokal, dan sistem radar. *Barium hexaferrite* secara ilmiah dan teknologi memiliki temperatur *curie* relatif tinggi, nilai koersivitas tinggi medan anisotropi magnetik tinggi, memiliki stabilitas kimia dan resistivitas korosi sangat baik⁽¹⁾, serta dapat dipreparasi menjadi magnet keras dan magnet lunak bergantung dengan pengaturan variasi komposisi senyawa $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ dan ZnO , membuat struktur kristal. Magnet lunak berdasar ferit memiliki resistivitas listrik yang tinggi sehingga meminimalisir kehilangan energy⁽²⁾. Pada komposit, komposisi ZnO akan menurunkan koersifitas dan meningkatkan nilai magnetisasi maksimum⁽³⁾.

Barium M-hexaferrite mempunyai polarisasi magnet saturasi tinggi (76 emu/g), yang terdiri dari kristal anisotropi yang baik, temperatur Curie relatif tinggi (450 °C) dan medan koersifitas besar (6600 Oe), dalam stabilitas kimia dan ketahanannya terhadap korosi sangat baik. koersifitas yang sangat besar menyebabkan sifat anisotropik material semakin meningkat sehingga sifat absorbsinya menjadi semakin lemah. Maka sebagai potensi utama untuk dijadikan bahan baku dalam pembuatan komposit.

Zinc Oxide (ZnO) adalah semikonduktor berstruktur hexagonal dengan lebar celah pita (~3,3 - 3,7 eV) dan exciton energi ikat~60 MeV pada suhu kamar. ZnO juga merupakan host material ramah lingkungan dan murah yang dapat diolah dengan ion logam yang berbeda, termasuk elemen logam transisi (Cr, Mn, Ni, dll)^{(4),(5)}; yang mempunyai kerapatan sebesar 5.67 g/cm³ dan titik lebur yang tinggi. Material ZnO dengan celah pita yang lebar banyak digunakan sebagai filler pada komposit untuk aplikasi elektronik media perekam dan absorben⁽⁶⁾. Penelitian mengenai komposit sebagai bahan baku pembuatan magnet belum banyak dilakukan terutama pada perbandingan variasi komposisi.

Berdasarkan beberapa literatur tersebut penulis tertarik membuat material komposit, kemudian menganalisis dan memvariasikan komposisi sampel. Preparasi sampel digiling menggunakan *High Energi Milling* (HEM) dengan *wet milling* dan *mixin dalam media toluene*. Metode ini dipilih karena lebih sederhana dan biayanya murah. Sampel dikarakterisasi dengan menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD) untuk mengetahui struktur fasa kristal, VSM (*Vibrating Sample Magnetometer*) untuk mengetahui sifat magnet dan uji SEM (Scanning Electron Magnetik) untuk mengetahui morfologi.

Preparasi komposit menggunakan *High Energi Milling* (HEM) dengan bahan baku utama *Barium M-Ferrit* ($\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$) dan *Zinc Oxide* (ZnO), dengan *wet milling* dan *mixing* dalam medium toluena. Metode yang digunakan untuk membuat komposit sudah sangat berkembang khususnya metode dalam preparasi menggunakan partikel nano seperti *co-precipitation*⁽⁷⁾, *mechanical alloying*⁽⁸⁾.

Maka sebagai potensi utama untuk dijadikan bahan baku dalam pembuatan komposit. *Zinc Oxide* (ZnO) adalah semikonduktor berstruktur hexagonal dengan lebar celah pita (~3,3 - 3,7 eV) dan exciton energi ikat~60 MeV pada suhu kamar. ZnO juga merupakan host material ramah lingkungan dan murah yang dapat diolah dengan ion logam yang berbeda, termasuk elemen logam transisi (Cr, Mn, Ni, dll)⁽⁴⁾; yang mempunyai kerapatan sebesar 5.67 g/cm³ dan titik lebur yang tinggi⁽⁶⁾. Material ZnO dengan celah pita yang lebar banyak digunakan sebagai filler pada komposit untuk aplikasi elektronik media perekam dan absorben. Penelitian mengenai komposit sebagai bahan baku pembuatan magnet belum banyak dilakukan terutama pada perbandingan variasi komposisi

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi komposisi ZnO terhadap struktur kristal, sifat fisis densitas, sifat magnetik dan morfologi dari komposit $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}/\text{ZnO}$. Dari hasil nilai remanen, koersivitas dapat mengetahui hard magnet menjadi *soft magnet*. Temuan ini diharapkan bermanfaat bagi teknologi radiologi dalam bidang kesehatan.

METODE

Sintesis komposit diawali dalam persiapan preparasi bahan dasar serbuk $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ dan ZnO adalah, pertama bahan sebagai matriks yaitu serbuk barium ferit untuk memperkecil ukuran partikel menggunakan *High Energi Milling* (HEM) selama 10 jam, lalu serbuk hasil milling dikeringkan pada alat *Oven* selama 1 jam, kemudian dikalsinasi selama 1 jam dengan suhu 900 °C. Bahan kedua *Zinc Oxide* sebagai filler untuk memperkecil ukuran partikel menggunakan *High Energi Milling* (HEM) selama 1 jam, lalu serbuk hasil milling dikeringkan pada alat *Oven* selama 1 jam, kemudian dikalsinasi selama 1jam dengan suhu 900 °C. Dilanjutkan dengan menyaringnya ke dalam penyaring tipe T200. Setelah *Barium M-Ferrit* dan *Zinc Oxide* lolos saring. Pencampuran bahan baku dalam pembuatan material komposit $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}/\text{ZnO}$ dengan menggunakan High Energi Milling (HEM) meliputi beberapa tahapan, yaitu : perhitungan massa, *wet milling dan mixing* selama 15 menit, pengeringan dengan suhu 200 °C selama 1/2 jam. Bahan matriks, filler dan sampel komposit dikarakterisasi dengan menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD) untuk mengetahui fasa yang terbentuk dan struktur kristal, Picnometer untuk menguji densitas serbuk, *Vibrating Sample Magnetometer* (VSM) untuk

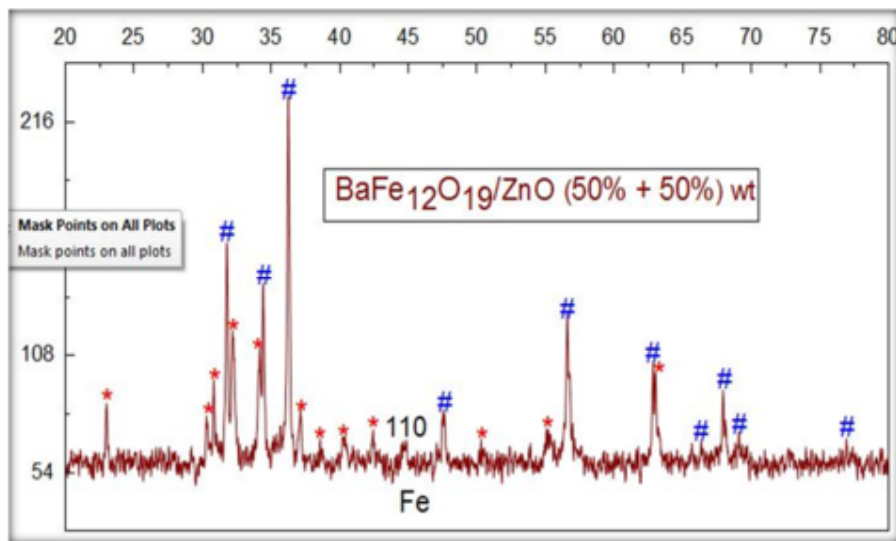
mengetahui sifat magnet dan Scanning Electron Magnetic (SEM) untuk mengetahui morfologi dari Komposit BaFe₁₂O₁₉/ZnO, terhadap Aplikasi Elektronik Media Perekam dan Absorben.

HASIL

Hasil Uji XRD

Tabel 1. Komposisi unsur penyusunan komposit BaFe₁₂O₁₉/ZnO hasil karakterisasi SEM

Sampel	% atom	Perbandingan Unsur				
	Ba	Fe	O	Zn	Fe/Ba	Zn/Ba
Sampel B	3.77	43.93	46.9	5.4	11.65	25%
Sampel C	3.45	40.73	47.18	8.63	11.81	50%
Sampel D	3.36	36.86	49.27	10.51	10.97	75%

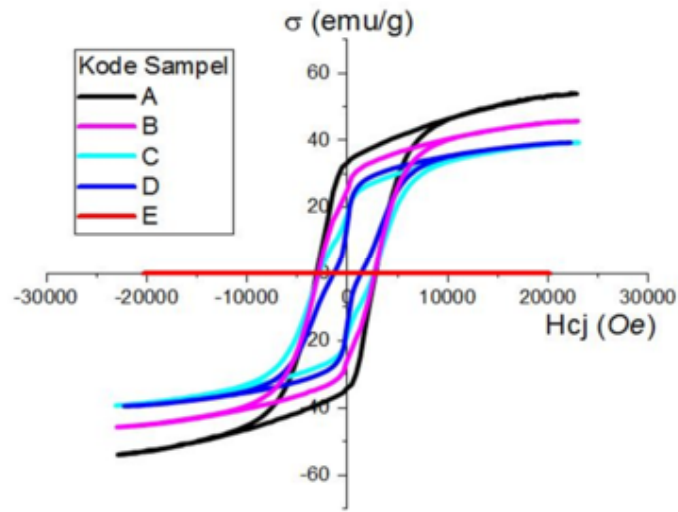


Gambar 1. Pola XRD dari serbuk BaFe₁₂O₁₉ (matriks), ZnO (filler) dan komposit BaFe₁₂O₁₉/ZnO

Tabel 2. Variasi komposisi komposit BaFe₁₂O₁₉/ZnO penambahan ZnO 50% (%wt)

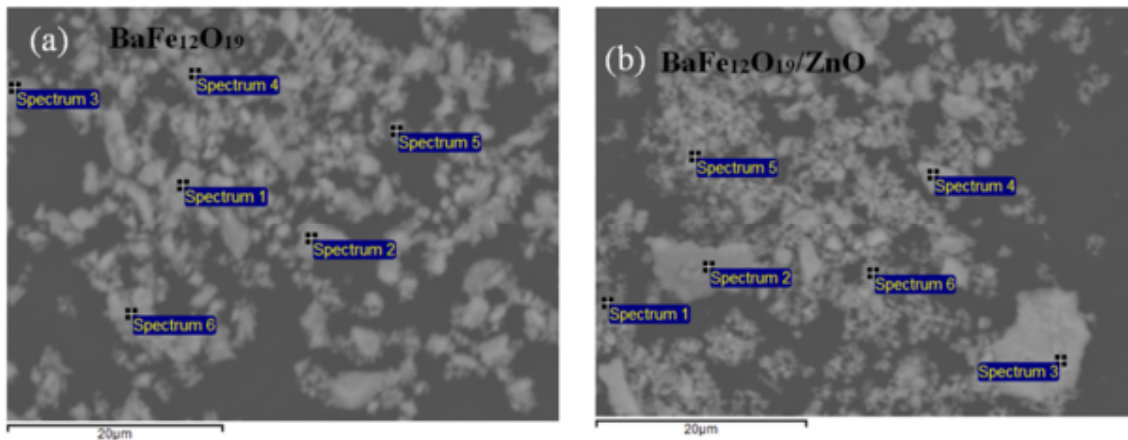
Variasi komposisi komposit BaFe ₁₂ O ₁₉ /ZnO penambahan ZnO 50% (%wt)			
BaFe ₁₂ O ₁₉ 2θ [°] dan d _{hkl}		ZnO 2θ [°] dan d _{hkl}	
23.01	006	31.80	100
30.33	110	34.42	002
30.84	008	36.25	101
32.21	017	44.67	101
37.10	114	47.55	012
40.34	018	56.58	110
42.45	023	62.89	013
42.45	025	66.35	200
55.09	026	67.96	112
56.63	127	69.07	201
63.11	0211	76.95	203
72.64	220		

Hasil Uji Sifat Magnet



Gambar 2. Kurva histerisis medan magnetik (M_s), (M_r), (H_{cj}) pengaruh penambahan % ZnO terhadap $BaFe_{12}O_{19}$. sampel A (hitam), B (ungu), C (biru muda), D (biru) dan E (merah).

Hasil Uji SEM Sampel A; B; C; D; dan E (% wt)



Gambar 3. Hasil photo SEM serbuk $BaFe_{12}O_{19}$ dan komposit $BaFe_{12}O_{19}/ZnO$

PEMBAHASAN

Hasil analisis karakterisasi SEM untuk mengetahui komposisi unsur penyusunan komposit Barium heksaferit dan ZnO. Unsur pada komposit $BaFe_{12}O_{19}/ZnO$ tersusun dari empat jenis unsur yaitu Ba, Fe, Zn, dan O berarti bahwa komposit ini tidak mengandung impuritis dari unsur yang lain. Perbandingan persentasi $BaFe_{12}O_{19}/ZnO$ sekitaran 50/50, hal ini menunjukkan komposisi Barium heksaferit medekat ideal. Sedangkan perbandingan ZnO/ $BaFe_{12}O_{19}$ bervariasi antara 25% sampai dengan 75% dimana semakin besar nilai penambahan ZnO menunjukkan kandungan senyawa ZnO pada komposit ini semakin tinggi.

Hasil analisis karakterisasi XRD pada sampel komposit $BaFe_{12}O_{19}/ZnO$ ditampilkan pada gambar 1 tampak dengan jelas puncak-puncak yang menunjukkan fasa barium heksaferit dan ZnO. Puncak difraksi sinar-x untuk fasa ZnO terletak pada bidang (002), (110), dan (103) yang menunjukkan fasa wurtzite pada ZnO, Sementara puncak difraksi yang lain menunjukkan fasa $BaFe_{12}O_{19}$, hasil ini menunjukkan bahwa sintesis

komposit $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}/\text{ZnO}$ telah berhasil dilakukan. Dari gambar 1 tampak juga bahwa semakin besar nilai penambahan ZnO maka puncak fasa ZnO semakin tinggi juga munculnya bidang (117) yang semakin jelas. Hasil ini dapat dibandingkan dengan penelitian sebelumnya dimana dilaporkan ketiga bidang tersebut berada di sudut 2θ sekitar 31.71, 34.34, dan $36.27^{\circ(7),(10)}$. Karakterisasi VSM (*Vibrating Sample Magnetometer*) didapatkan nilai sifat magnet Serbuk $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ (matriks) didapatkan (Ms) magnet saturasi 5104.03 emu/g, (Mr) magnet remanen 33.06 emu/g, (Hcj) koersivitas 2943 Oe dan (BHmax) energi produk 190 kGOe dan *Zinc Oxide* sebagai filler didapatkan nilai (Ms) magnet saturasi 7.84 emu/g, (Mr) magnet remanen 1.27 emu/g, (Hcj) koersivitas 152.4 Oe dan (BHmax) energi produk 10 kGOe. Hal ini didukung oleh Penelitian sebelumnya⁽¹¹⁾. $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ melaporkan dimana terbentuk kristal heksagonal dengan parameter kisi $a=5,9290$ dan $c=23,4130$ diatas ditemukan 3 puncak (peak) tertinggi dengan nilai peak masing – masing puncaknya secara berurutan adalah pada $2\theta = 34,21^{\circ}$ dengan $I = 1000$, pada $2\theta = 32,27^{\circ}$ dengan $I = 947,9$ dan pada $2\theta = 37,17^{\circ}$ dengan $I = 462,5$. Dikarenakan ini merupakan serbuk $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ maka fasa $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ yang ditemukan. Parameter kisi $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ $a=5.890$, $b=23.18$.⁽¹²⁾

Analisis lebih lanjut ditunjukkan pola XRD dari sampel $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ murni yang dipreparasi dengan High Energi Milling (HEM) dengan wet milling 15 menit suhu pengeringan 200°C selama 1 jam. Hasil pengamatan XRD serbuk $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}/\text{ZnO}$ dengan penambahan komposisi ZnO 50% menunjukkan terbentuknya puncak single face dan struktur kristal hexagonal. Puncak-puncak difraksi yang di hasilkan oleh XRD berada pada masing-masing bidang dan 2θ . Intensitas puncak tidak berubah tetap berada pada bidang d_{hkl} dan sudut 2θ sampel. Pada analisis menggunakan software match memiliki dua fasa yaitu $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ dan ZnO yang menunjukkan adanya $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ dan ZnO yang menyatakan bahwa struktur heterogen.

Dibandingkan dengan penelitian yang melaporkan bahwa pola puncak difraksi menunjukkan kesepakatan yang baik dengan pola XRD barium ferit murni. Pola XRD Zinc Okside juga diberikan untuk perbandingan⁽²⁾. Telah diamati bahwa puncak yang ditunjukkan sesuai dengan pola ZnO, yang menunjukkan adanya ZnO dan hasil ini menunjukkan bahwa struktur terbentuk heterogen $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}/\text{ZnO}$. Penelitian lain yang berkaitan dengan fase $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ memiliki struktur Kristal hexagonal space group (P 63/m m c) yang parameter kisinya $a = 5.895 \text{ \AA}$, $c = 23.199 \text{ \AA}$ juga telah melaporkan beberapa peneliti⁽¹³⁾.

Analisis Sifat Magnet

Hasil analisis kurva histerisis dari sampel $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}/\text{ZnO}$ 0%, 25%, 50%, 75% dan 100% (%wt) yang dipreparasi dengan solid state reaction method. Penelitian ini menggunakan Vibrating Sample Magnetometer (VSM) untuk menganalisis sifat magnet pada sampel A; B; C; D dan E. Hasil analisa VSM pada kurva histerisis diatas dapat dilihat bahwa nilai magnetik saturasi (Mr),(Hcj) semakin kecil, efek besarnya penambahan Komposisi $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$. Besarnya nilai magnetik saturasi (Ms) komposit yang diperoleh dari sampel A; B; C; D; dan E; berturut-turut sebesar 54.03, 45.74, 39.40, 39.36 dan 7.84 emu/g. Selain itu, nilai koersivitas (Hcj) semakin besar seiring besarnya komposisi $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$. Besarnya nilai koersivitas yang dihasilkan dari masing-masing sampel A; B; C; D; dan berturut-turut sebesar 2943, 2821, 2728, 1365 dan 152.3 Oe. Hasil menunjukan bahwa semakin sedikit $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ yang di campurkan terhadap ZnO maka sifat kemagnetannya akan semakin kecil karena sifat magnet ZnO jauh lebih kecil dibandingkan sifat magnet $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$. Sementara nilai magnetik remanen (Mr) yang dihasilkan dari masing-masing sampel A; B; C; D; dan E; berturut-turut sebesar 33.06, 24.60, 1720, 14.69 dan 1.27 emu/g. semakin besar nilai magnetik remanen (Mr) maka akan besar juga sifat kemagnetannya.

Penambahan ZnO yang bersifat diamagnetik sebagai pengganggu dalam kemagnetan ferit oksida, dengan momen magnet yang lebih rendah akan mereduksi sifat magnetik BaM. Adanya penambahan komposisi ZnO telah mereduksi sifat *hard magnetic* dari BaM, sehingga diperoleh BaM yang bersifat *soft magnetic*. Hasil penelitian lain yang dilakukan oleh⁽¹⁴⁾ mengenai sifat kemagnetan BaM murni menunjukkan kurva hysteresis yang lebar dengan magnetisasi remanensi dan medan koersivitas besar, tetapi ketika dilakukan penambahan komposisi mengalami kenaikan magnetisasi remanensi dan menurunkan medan koersivitas berubah menjadi soft magnet, dan dapat dilihat dari luasan kurva histeresis yang menyempit.

Nilai koersivitas dan magnetisasi remanensi dari partikel BaM (matriks) berbeda jika dibandingkan dengan penambahan komposisi ZnO yang menghasilkan kecenderungan yang berlawanan. Perbedaan ini cukup menarik perhatian, sehingga memerlukan kajian yang lebih mendalam. Namun demikian, terlihat jelas bahwa kekuatan magnetik partikel dipengaruhi oleh penambahan komposisi ZnO yang dilakukan.

Dari keterangan diatas menunjukkan pada sampel B bahwa komposit penambahan 75% ZnO memiliki sifat kemagnetan yang lebih besar dibandingkan dengan komposit sampel C 25% dan D 50% ZnO (%wt). Jadi berdasarkan keterangan⁽¹⁵⁾ menyatakan bahwa dari kurva histerisis kita dapat membedakan antara material soft magnetik dan hard magnetik. Dimana hard magnetik material yang sulit dimagnetisasi dan memiliki koersivitas

yang besar, sedangkan soft magnetik merupakan material yang mudah dimagnetisasi dan memiliki koersivitas rendah dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil sifat magnet Serbuk Sampel A,B,C,D,E (%wt)

Kode sampel (%wt)	(Ms) (emu/g)	(Mr) (emu/g)	(Hcj) (Oe)	Bhmax (kGOe)
A=0	54,03	33,06	2943	190
B=25	45,74	24,60	2821	150
C=50	39,40	17,20	2728	110
D=75	39,36	14,69	1365	60
E=100	7,84	1,27	152.4	10

Analisis Morfologi Sampel A; B; C; D; dan E (% wt)

Analisis lebih lanjut pada foto SEM serbuk $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ gambar (a) yaitu bentuk partikel sampel $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ yang telah digiling selama 12 jam menggunakan High Energi Milling (HEM) dengan *wet milling* dalam media toluene, menunjukkan struktur kristal hexagonal sebagian besar butir-butiran kecil, Ukuran partikel 3 μm yang permukaan partikelnya relatif halus. Untuk gambar (b) menunjukkan struktur mikro dan permukaan dari serbuk komposit $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}/\text{ZnO}$, hampir semua partikel menunjukkan struktur kristal hexagonal dan untuk ukuran partikel rata-rata dibawah 0.5 μm . Tampak bahwa semakin besar komposisi ZnO maka morfologi permukaan komposit $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}/\text{ZnO}$ terlihat semakin halus dan kecil. Barium heksaferit mempunyai sifat magnet yang cukup tinggi, sehingga diantara partikel $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ dengan ZnO cenderung membentuk agregat. Semakin tinggi komposisi ZnO maka agregasi antara butir Barium heksaferit akan semakin berkurang, sehingga morfologi permukaan komposit $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}/\text{ZnO}$ akan tampak semakin halus.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka diambil kesimpulan antara lain:

- Berhasil dibuat komposit $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}/\text{ZnO}$ menggunakan High Energi Milling (HEM) dengan wet milling dalam media toluene. hasil analisa uji *X-Ray Diffraction* (XRD) pada serbuk $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ sebagai *matrik* menunjukkan bahwa fasa yang terbentuk single face dan struktur kristal hexagonal memiliki parameter kisi $a=5,9290$ dan $c=23,4130$ *space group* (P 63/m m c). Tiga intensitas puncak tertinggi terdapat pada bidang (017), (114) dan (110) dengan sudut 2θ sekitar (32.21), (37.10) dan (30.33).
- Serbuk ZnO sebagai *filler* menunjukkan bahwa fasa yang terbentuk single face dan struktur kristal heksagonal memiliki parameter kisi $a = 3.2533 \text{ \AA}$, $c = 5.2073 \text{ \AA}$ *space group* (P 63/m c). Tiga intensitas puncak tertinggi ZnO terdapat pada bidang d_{hkl} (101, 002 dan 100) dengan sudut 2θ sebesar (36.25°, 34.42 dan 31.80).
- Sampel komposit $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}/\text{ZnO}$ yang terstruktur heksagonal (file JCPDS No. 39-1433). Jadi dari masing-masing puncak dan bidang pada komposit $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}/\text{ZnO}$ sesuai dengan pola puncak difraksi terhadap bahan dasar komposit yaitu $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ sebagai *matrik* dan ZnO adalah *filler*. Pada analisis menggunakan software match memiliki dua fasa yaitu $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ dan ZnO yang menunjukkan adanya $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ dan ZnO yang menyatakan bahwa struktur kristal heterogen.
- Dari hasil Karakterisasi VSM menunjukkan semakin banyak penambahan ZnO maka sifat magnet remanen dan koersivitas akan semakin menurun. Hal ini menunjukkan bahwa sampel (D) tersebut bersifat magnet lunak.
- Hasil analisis permukaan menggunakan Scanning Electron Magnetic (SEM) menunjukkan bahwa komposisi *barium ferrit 25 % + 75% zinc oxide* memiliki ukuran partikel yang paling halus dan kecil, karena semakin besarnya penambahan massa ZnO

DAFTAR PUSTAKA

1. Rezaei G, Nabiyouni D, Ghanbari. *J. Mater. Sci. Mater.* 2016;27:11339.
2. Chen LC, Tien CH, Fu CS. Magneto-optical characteristics of Mn-doped. 2012.
3. Sebayang P, Muljadi. Kajian Struktur Mikro Terhadap Sifat Magnetik Pada Magnet Permanen BaO₆Fe₂O₃. *Telaah Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi.* 2011;29(2):55-62.
4. Abdel-Galil MR, Sharaf BA. Synthesis and characterization of Mn-doped ZnO diluted magnetic semiconductors. 2015;4526(15):30151-4.
5. Chattopadhyay S, Dutta S, Banerjee A, Jana D, Bandyopadhyay S, Sarkar A. Synthesis and characterization of single-phase Mn-doped ZnO. *Physica B.* 404. 2009:1509–1514.
6. Ellemr K, Klein A, Rech B. *Transparent Conductive Zinc Oxide, Basics and Applications in Thin Film Solar Cells.* Berlin: Springer; 2008.
7. Fabbiyola S, Kennedy LJ, Dakhel AA, Bououdina M, Vijaya JJ, Ratnaji T. Structural, Microstructural, Optical and Magnetic Properties of Mn-doped. 2016.
8. Makovec KD, Znidarsic A, Drogenik M. Preparation of MnZn-ferrite with microemulsion technique. *Journal of the European Ceramic Society.* 2004;24(6):959-962.
9. Aguilar-González MA, Mendoza-Suárez G, Padmasree KP. Synthesis and characterization of barium ferrite-silica nanocomposites. *Materials Characterization.* 2013;84:175–181.
10. Chattopadhyay S, Neogi SK, Sarkar A, Mukadam MD, Yusuf SM, Banerjee A, Bandyopadhyay S. Defects induced ferromagnetism in Mn doped ZnO. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials.* 2011;323:363–368.
11. Chen W, Zheng J, Li Y. Synthesis and electromagnetic characteristics of Ba-Fe₁₂O₁₉/ZnO composite material. *J. Alloys and Compounds.* 2012;513:420–424.
12. Marino-Castellanos PA, Anglada-Rivera J, Cruz-Fuentes A, Lora-Serrano R. 2004.
13. Dhanshree K, Elangovan T. Synthesis and Characterization of ZnO and MnDoped ZnO Nanoparticles. *International Journal of Science and Research (IJSR).* 4:1816-1820.
14. Rezaei G, Nabiyouni D, Ghanbari. *J. Mater. Sci. Mater.* 2017;27:11339
15. Shafi KVPM, Gedanken A, Prozorov R, Balogh J. Sonochemical preparation and size-dependent properties of nanostructured CoFe₂O₄ particles. *Chemistry of Materials.* 1998;10(11):3445-3450.