

# Pembuatan pelapisan gelombang radiasi berbasis BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub>/ZnO dari pasir merah alam terhadap paparan radiasi sinar-X di laboratorium Rumah Sakit Efarina pada era pandemi COVID-19

## Coating radiation waves based on BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub>/ZnO from natural red sand on X-ray radiation exposure in the Laboratory of Efarina Hospital in the era of the COVID-19 pandemic

Veryyon Harahap<sup>1</sup> dan Anju Bherna. D. Nainggolan<sup>2</sup>

Received 24 July 2021

Accepted 24 September 2021

Published January 2022

<sup>1</sup>Jurusan Radiodiagnostik dan Radioterapi, Universitas Efarina, Jl. Pendeta J Wismar No. 1 Pematangsiantar 21162

<sup>2</sup>Jurusan Manajemen, Universitas Efarina, Jl. Pendeta J Wismar No. 1 Pematangsiantar 21162

**Abstrak.** Pada era pandemi COVID-19 penggunaan teknologi dan alat radiologi sudah menjadi bagian dari kebutuhan rumah sakit. Alat radiologi tersebut yang berfungsi untuk perawatan (terapi), diagnosa dan pembunuhan penyakit tanpa melakukan operasi. Tetapi disamping kemudahan-kemudahan yang diberikan ternyata alat tersebut juga memberikan efek negatif bagi tubuh yang terkena paparan radiasi. Dalam penelitian ini akan dibuat material penyerap gelombang radiasi berbasis BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub>/ZnO dari pasir merah alam dengan rasio 50 : 50 (wt%) antara matriks dan filler. Preparasi komposit BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub>/ZnO telah dilakukan dengan metode *wet milling* dengan media *toluene*. Barium M-Ferrit sebagai matriks dan ZnO sebagai filler yang digunakan sebagai bahan baku utama untuk pembuatan komposit. Dari hasil uji X-Ray Diffraction (XRD) pada serbuk BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub> sebagai matrik menunjukkan bahwa fasa yang terbentuk single face dan struktur kristal hexagonal memiliki parameter kisi a=5,929 Å dan c= 23,41 Å space group (P 63/mmc); sampel komposit BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub>/ZnO yang terstruktur heksagonal (file JCPDS No. 39-1433). Hasil analisis permukaan menggunakan Scanning Electron Magnetic (SEM) menunjukkan bahwa komposit memiliki ukuran partikel yang paling halus dan kecil, Hasil Karakterisasi VSM komposit adalah (Ms = 39,40 emu/g, (Mr = 17,20 emu/g, Hcj = 2728 Oe. Hasil true density komposit BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub>/ZnO adalah 5,386364 g/cm<sup>3</sup>

**Abstract.** In the era of the COVID-19 pandemic, the use of radiology technology has become part of the needs of hospitals. Radiology which functions for treatment (therapy), diagnosis and killing of disease without performing surgery. But in addition to the conveniences provided, it turns out that the tool also has a negative effect on the body exposed to radiation. In this research, BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub>/ZnO-based radiation wave absorber material will be made from natural red sand with a ratio of 50 : 50 (wt%) between matrix and filler. Preparation of composite BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub>/ZnO has been carried out by wet milling method with toluene media. Barium M-Ferrite as a matrix and ZnO as a filler are used as the main raw materials for the manufacture of the composites. From the results of the X-Ray Diffraction (XRD) test on BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub>/ZnO powder as a matrix, it shows that the phase formed is single face and hexagonal crystal structure has lattice parameters a=5.929 and c= 23.41 space group (P 63/mmc); composite BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub>/ZnO sample was hexagonal in structure (JCPDS file No. 39-1433). The result of surface analysis using Scanning Electron Magnetic (SEM) shows that the composite has the finest and smallest particle size. The results of the composite VSM characterization were (Ms = 39.40 emu/g, (Mr = 17.20 emu/g, Hcj = 2728 Oe. The result of true density of composite was 5.386364 g/cm<sup>3</sup>.

**Keywords:** Barium M-Ferrite, ZnO, composites, radiation

### Pendahuluan

Pada era pandemi COVID-19 penggunaan teknologi radiologi sudah menjadi bagian dari kebutuhan rumah sakit. Pemeriksaan Radiologi adalah pemeriksaan yang sangat tepat digunakan untuk mengetahui anatomi dan fisiologi dari suatu organ sehingga pada patologi maupun traumatis dapat membantu dalam menegakkan diagnosa. Fisika kesehatan berkembang sangat pesat, hal tersebut merupakan tuntutan yang harus terpenuhi seiring dengan perkembangan kedokteran dan penyakit yang multi kompleks (Arizal, 2016; Alatas, 2015; Barenzani 2018). Peneliti banyak menawarkan berbagai konsep untuk memudahkan, membantu dan menjawab permasalahan dalam bidang kedokteran. Munculnya berbagai alat seperti CT-Scan, general x-ray, Magnetic Resonance Imaging

(MRI) dan lain-lain. Alat radiologi tersebut yang berfungsi untuk perawatan (terapi), diagnosa dan pembunuhan penyakit tanpa melakukan operasi. Tetapi disamping kemudahan-kemudahan yang diberikan ternyata alat tersebut juga memberikan efek negative bagi tubuh yang terkena paparan radiasi (BAPETEN, 2013a; BAPETEN, 2013b; Abdel-Galil, 2015; Khoiri 2010). Sinar-X sering disebut merupakan alat yang dimiliki banyak rumah sakit, kebanyakan untuk mendiagnosa suatu penyakit. Untuk meminimalisir efek negative yang ditimbulkan, maka peneliti tertarik Pembuatan Pelapis Penyerap Gelombang Radiasi berbasis BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub>/ZnO dari pasir merah adanya sistem proteksi radiasi yang baik, sehingga aman bagi pengguna, operator, dokter, pasien dan masyarakat pada umumnya (Rai, Sahara dan Sri Zelviani, 2020). Efek

tersebut tersebut dapat diminimalisir dengan Pembuatan pelapisan Penyerap gelombang radiasi yang menjamin keamanan bagi pasien, operator dan masyarakat umum.

Dalam ilmu Kesehatan diharuskan mengembangkan kebutuhan setiap rumah sakit, sehingga pemakai Alat radiologi seperti sinar-X, MRI, CT-Scan nyaman dan tidak khawatir terhadap radiasi. Pada penelitian ini Barium Heksaferrit Sebagai matriks dan ZnO sebagai filler. Barium M Heksaferrit dari  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$  adalah salah satu material yang memiliki kemampuan untuk menyerap gelombang Radiasi (Sebayang dan Muljadi, 2011). Bahan Material  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$  (*M-type ferrite hexagonal*) dengan *space group* P 63/mmc. Saat ini menarik perhatian para peneliti bahwa senyawa  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$  dan ZnO 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 memiliki derajat anisotropi yang rendah dengan koersifitas rendah. Magnet lunak berdasar ferit memiliki resistivitas listrik yang tinggi sehingga meminimalisir kehilangan energi akibat *Eddy current*. Pada komposit, komposisi ZnO akan menurunkan koersifitas dan meningkatkan nilai magnetisasi maksimum (Sebayang dan Muljadi, 2011). *Barium M-hexaferrite* mempunyai polarisasi magnet saturasi tinggi (78 emu/g), yang terdiri dari kristal uniaxial anisotropi yang kuat, temperatur Curie tinggi ( $450^{\circ}\text{C}$ ) dan medan koersifitas yang besar (6700 Oe), terkait dengan sangat baik dalam stabilitas kimia dan ketahanannya terhadap korosi. Oleh karena memiliki medan koersifitas yang sangat besar menyebabkan sifat anisotropik material semakin meningkat sehingga sifat absorpsinya menjadi semakin kuat. Maka sebagai potensi utama untuk dijadikan bahan baku dalam pembuatan komposit.

*Zinc Oxide* (ZnO) adalah semikonduktor berstruktur hexagonal dengan lebar celah pita ( $\sim 3,3 - 3,7$  eV) dan exciton energi ikat  $\sim 60$  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, Fe, Ni, Co, dll). (Abdel-Galil, 2015; Chattopadhyay dkk, 2011; Chaari, 2011), yang mempunyai kerapatan sebesar  $5.67 \text{ g/cm}^3$  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. Penelitian mengenai Komposit sebagai bahan baku pembuatan magnet belum banyak dilakukan terutama pada perbandingan variasi komposisi.

Disintesis dengan Metode wet milling dan rekayasa kemagnetannya dengan mekanisme doping ZnO. Rumah sakit adalah lembaga yang penting dalam bidang kesehatan. Misalnya untuk terapi, perawatan dan diagnosa seperti CT-Scan, Sinar-X, MRI. Di samping itu sinar-X memiliki beberapa keuntungan antara lain:

1. Mendiagnosa sesuatu dalam jangka yang relatif pendek.
2. *Non-invasive* (tanpa pembedahan atau operasi)
3. Mempunyai efek yang relatif kecil terhadap operator

maupun pasien.

4. Dapat mendiagnosa seluruh tubuh manusia.

Keadaan tubuh dari pasien yang dilakukan penyinaran terhadap sinar-X dapat dilihat dari hasil citra pada film, sehingga akan memberikan informasi yang akurat mengenai keadaan tubuh yang sebenarnya. Selain memberikan sifat yang menguntungkan ternyata sinar-x juga memberikan sifat yang merugikan yaitu sinar yang dikeluarkan dari *general X-ray* mempunyai sifat ionisasi terhadap suatu jaringan yang dilewatinya, sehingga apabila sinar-X tersebut mengenai manusia secara berlebihan maka akan dapat mengakibatkan efek-efek yang merugikan. Karena itu baik operator x-ray maupun pasien harus berhati-hati terhadap sinar-x (Abdel-Galil dkk, 2015; Rianna, 2018). Efek tersebut tersebut dapat diminimalisir dengan Pembuatan pelapisan Penyerap gelombang radiasi yang menjamin keamanan bagi pasien, operator dan masyarakat umum.

Dalam ilmu kesehatan diharuskan mengembangkan kebutuhan setiap rumah sakit, sehingga pemakai Alat radiologi seperti sinar-x, MRI, CT-Scan nyaman dan tidak khawatir terhadap radiasi (Riska, Sahara, dan Fuadi, 2020). Pada penelitian ini Pembuatan pelapisan penyerap gelombang radiasi berbasis komposit  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}/\text{ZnO}$  dilakukan dengan metode *wet milling* dengan media *toluene*. *Barium M-Ferrit* sebagai matriks dan *Zinc Oxide* sebagai filler yang digunakan sebagai bahan baku utama untuk pembuatan komposit. Proses wet milling material komposit  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}/\text{ZnO}$  dilakukan selama 15 menit menggunakan alat *high energi milling* (HEM). Selanjutnya proses kalsinasi menggunakan *furnace* pada suhu  $800^{\circ}\text{C}$  selama 1 jam adalah salah satu material yang memiliki kemampuan untuk menyerap gelombang Radiasi (Sebayang dan Muljadi, 2011).

Kemudian dilakukan karakterisasi pada material komposit dengan massa ZnO 50% wt dan  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$  50% wt yang menunjukkan bahwa struktur heterogen dengan struktur kristal hexagonal. Sehingga layak digunakan sebagai bahan untuk penyerap gelombang elektromagnetik yaitu radiasi sinar-X di laboratorium radiologi. analisis permukaan menggunakan Scanning Electron Magnetic (SEM) menunjukkan bahwa komposisi *barium ferrit* 50% + 50% *zinc oxide* memiliki ukuran partikel yang paling halus dan kecil. Karakterisasi VSM menunjukkan sifat magnet remanen dan koersivitas akan semakin menurun. Dari pengujian XRD, SEM, VSM menunjukkan bahwa sampel komposit  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}/\text{ZnO}$  tersebut bersifat *soft magnet* artinya didapatkan kemampuan sebagai bahan penyerap gelombang Elektromagnetik dengan dilapisi komposit ( $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}/\text{ZnO}$ ) pada rompi anti radiasi sinar-X.

## Metodologi

### *Pemurnian $\text{Fe}_3\text{O}_4$ pada Pasir Merah*

Pasir merah yang mengandung Fe yang akan digunakan sebagai bahan utama menggunakan material BaM terlebih

dahulu dibersihkan dari material yang tidak diperlukan. Proses pembersihan dilakukan dengan cara separasi pasir merah dengan magnet permanen agar kandungan besi pada pasir merah dapat dipisahkan dari pengotor. Kemudian dibersihkan dengan menggunakan *toluene* yang ditambahkan alkohol ke dalamnya guna membersihkan permukaan serbuk pasir, hal tersebut dilakukan sebanyak tiga kali selama 15 menit. Setelah dicuci dengan menggunakan *toluene* pasir merah dikeringkan dalam oven dengan temperatur 900 C selama 1 jam. Setelah itu untuk mereduksi ukuran partikel dari pasir merah dilakukan dengan menggunakan HEM (*High Energi Milling*) dengan kecepatan putar 150 rpm selama 1/2 jam.

#### Sintesis BaM ( $BaZn_xFe_{12-x}O_{19}$ ) dengan Metode Wet Milling

Pembuatan pelapisan penyerap gelombang radiasi berbasis komposit  $BaFe_{12}O_{19}/ZnO$  dilakukan dengan metode *Wet Milling* dengan media *toluene*. Barium M-

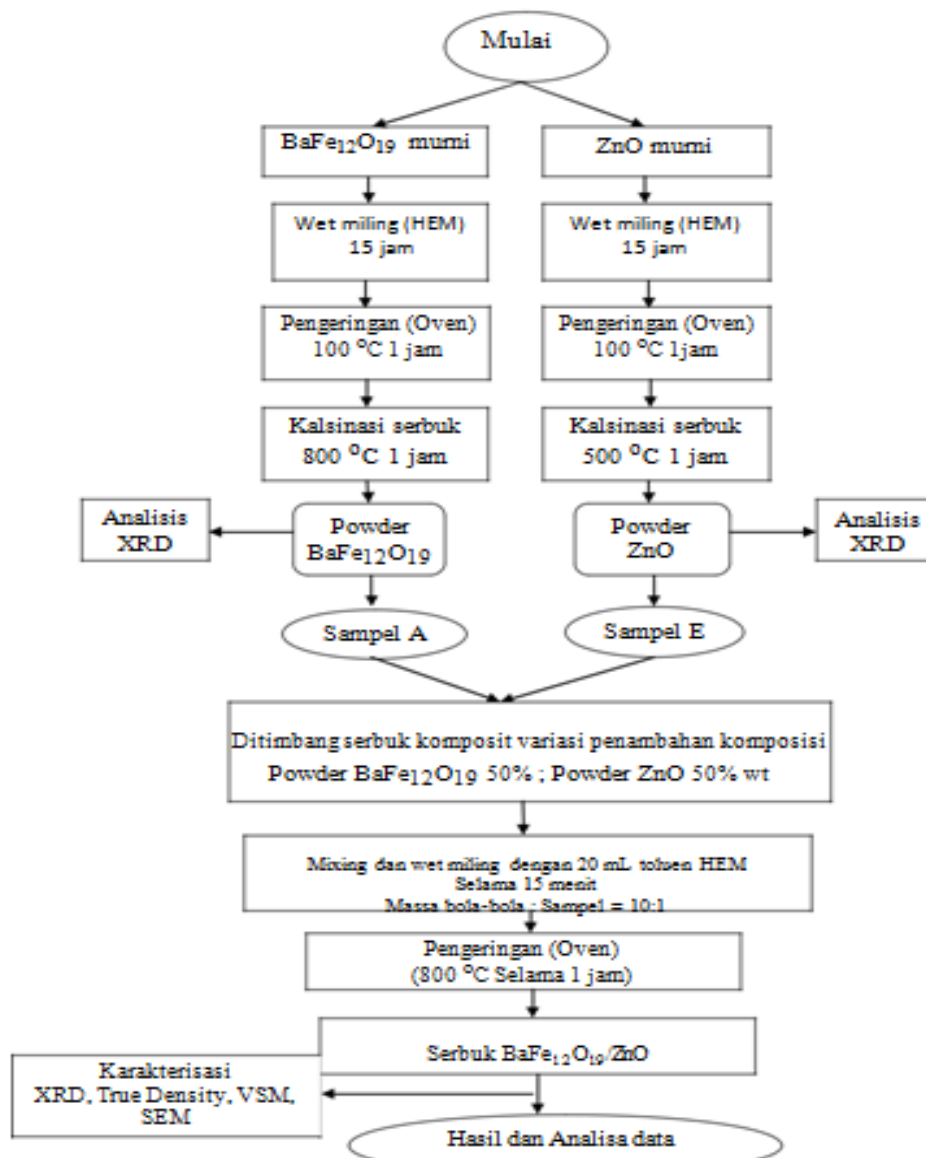
*Ferrit* sebagai matriks dan *Zinc Oxide* sebagai filler yang digunakan sebagai bahan baku utama untuk pembuatan komposit. Proses milling komposit  $BaFe_{12}O_{19}/ZnO$  dilakukan selama 15 menit menggunakan *High Energi Milling* (HEM). Selanjutnya proses kalsinasi menggunakan *furnace* pada suhu 800 °C selama 1 jam.

#### Karakterisasi komposit

$BaFe_{12}O_{19}/ZnO$  (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.

#### Diagram Alir Penelitian

Diagram alir dari pembuatan komposit *barium heksaferit/zinc oxide* pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir sintesis  $BaFe_{12}O_{19}/ZnO$

**Hasil dan Pembahasan**

*Analisis Struktur Kristal*

Analisis struktur kristal BaM dilakukan dengan menggunakan XRD pada jangkau sudut antara 15-65° yang bertujuan untuk mengidentifikasi fasa-fasa yang terbentuk pada BaM (Tabel 1). Gambar 2 menunjukkan pola XRD dari sampel BaM sebagai matriks dan ZnO sabagai filler. Untuk sampel serbuk BaM (matriks) yang telah digiling dengan *wet milling* dan *mixing* 1/2 jam dan yang dikalsinasi pada temperatur 800 °C selama 1 jam dan serbuk ZnO (*filler*) *wet milling* dan *mixing* 1/2 jam dan dikalsinasi 500 °C selama 3 jam. Pada Gambar 1, ZnO menunjukkan terbentuknya single fase dan struktur Kristal hexagonal space group (P 63/m m c) parameter kisi BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub> a = 5.89 Å, c =23.19 Å dan ZnO struktur kristal hexagonal space group (P 63/m c) parameter kisinya a = 3.2533 Å, c =5.2073 Å. Tiga intensitas puncak tertinggi BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub> terdapat pada bidang d (110), (017) dan (114) dengan sudut 2θ sekitar (30.3), (32.2) dan (37.1). Dapat dilihat tiga puncak tertinggi ZnO terdapat pada bidang (101, 002, 100) dengan sudut 2θ sebesar (36.2, 34.4, 31.8°). Hasil ini dapat dibandingkan dengan penelitian sebelumnya dimana dilaporkan ketiga bidang tersebut berada di sudut 2θ sekitar 31.7, 34.3, dan 36.2° (Shinde, 2014; Dhanshree dan Elangovan, 2014)

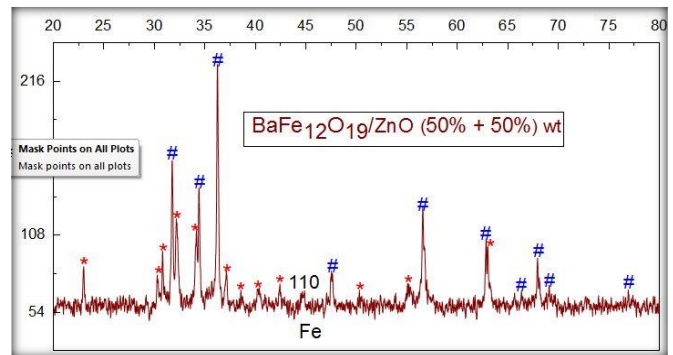
Karakterisasi VSM (*Vibrating Sample Magnetometer*) didapatkan nilai sifat magnet Serbuk BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub> (matriks) didapatkan (Ms) magnet saturasi 54.03 emu/g, (Mr) magnet remanen 33.06 emu/g, (Hcj) koersivitas 2943 Oe dan (BHmax) energi produk 190 kGOe dan *Zinc Oxide* sebagai filler 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 (Ginting dkk, 2016) BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub> melaporkan dimana terbentuk kristal heksagonal dengan parameter kisi a=5,9290 Å dan c= 23,4130 Å diatas ditemukan 3 puncak (*peak*) tertinggi dengan nilai peak masing – masing puncaknya secara berurutan adalah pada 2θ = 34,21° dengan I = 1000, pada 2θ = 32,27° dengan I = 947,9 dan pada 2θ = 37,17° dengan I = 462,5. Dikarenakan ini merupakan serbuk BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub> maka fasa BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub> yang ditemukan. (Abdel-Galil dkk, 2015; Rianna, 2018) juga melaporkan parameter kisi BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub> a= 5.890 Å, b=23.18 Å.

Tabel 1. Komposisi dari campuran material

Komposisi massa Serbuk BaFe <sub>12</sub> O <sub>19</sub> / ZnO (%wt)	Massa
BaFe <sub>12</sub> O <sub>19</sub> (matriks)	Murni (% wt)
ZnO (filler)	Murni (% wt)
Komposit BaFe <sub>12</sub> O <sub>19</sub> /ZnO	50 % wt

Pada Gambar 2 ditunjukkan pola XRD dari sampel BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub> murni yang dipreparasi dengan *High Energi*

*Milling* (HEM) dengan *wet milling* 15 menit suhu pengeringan 200 °C selama 1 jam. Hasil pengamatan XRD serbuk BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub>/ZnO dengan penambahan komposisi ZnO 50% menunjukkan terbentuknya puncak single face dan struktur kristal hexagonal. Puncak-puncak difraksi yang di dihasilkan oleh XRD berada pada masing-masing bidang dan 2θ. Intensitas puncak tidak berubah tetap berada pada bidang d<sub>hkl</sub> dan sudut 2θ sampel masing-masing dapat pada Tabel 2. Pada analisis menggunakan *software match* memiliki dua fasa yaitu BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub> dan ZnO yang menunjukkan adanya BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub> dan ZnO yang menyatakan bahwa struktur heterogen.



Gambar 2. Pola XRD dari serbuk BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub> (matriks), ZnO (*filler*) dan komposit BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub>/ZnO

Tabel 2. Variasi komposisi komposit BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub>/ZnO penambahan ZnO 50% (% wt).

Dengan komposisi komposit BaFe <sub>12</sub> O <sub>19</sub> /ZnO 50% (% wt)			
BaFe <sub>12</sub> O <sub>19</sub>		ZnO	
2θ [°] dan d <sub>hkl</sub>		2θ [°] dan d <sub>hkl</sub>	
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		

Penelitian Chen dkk, (2012) melaporkan, bahwa pola puncak difraksi menunjukkan kesepakatan yang baik dengan pola XRD barium ferit murni. Pola XRD *zinc oxide* juga diberikan untuk perbandingan. Telah diamati bahwa puncak yang ditunjukkan sesuai dengan pola ZnO, yang menunjukkan adanya ZnO dan hasil ini menunjukkan bahwa struktur terbentuk heterogen BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub>/ZnO. Penelitian lain yang berkaitan dengan fase BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub> memiliki struktur kristal hexagonal space group (P 63/mmc) yang parameter kisinya a = 5.895 Å, c

=23.199 Å juga telah melaporkan beberapa peneliti (Rianna, 2018).

*Analisis True Density Sampel Murni dan Komposit BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub>/ZnO (%wt)*

Hasil pengukuran true Density pada BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub> dan komposit BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub>/ZnO dengan Piknometer dapat dilihat pada Tabel 3. Pengukuran true density ini adalah untuk mengetahui densitas serbuk yang mempengaruhi ukuran partikel.

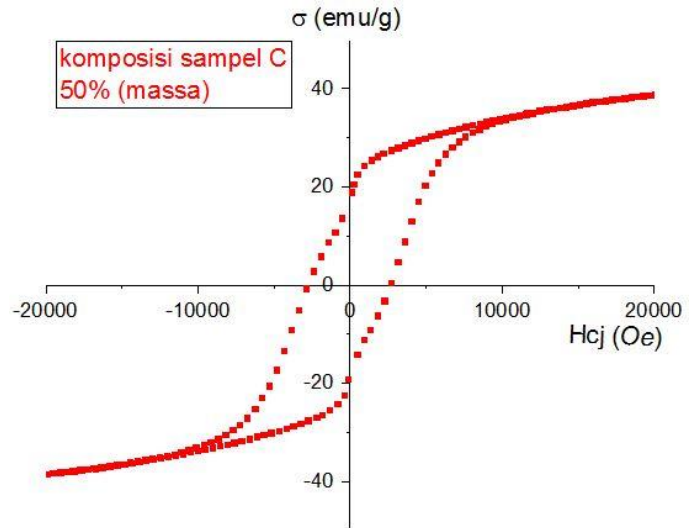
Tabel 3. Pengukuran true density BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub> dan komposit BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub>/ZnO.

komposisi BaFe <sub>12</sub> O <sub>19</sub> / ZnO (% wt)	ρ <sub>ethanol</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	ρ <sub>sampel</sub> (g/cm <sup>3</sup> )
0%	0.79	5.215019
25%	0.79	5.287008
50%	0.79	5.386364
75%	0.79	5.431089
100%	0.79	5.521614

*Analisis Sifat Magnet*

Pada Gambar 3 Kurva histerisis dari sampel BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub>/ZnO Perbandingan 50% : 50% (%wt) yang dipreparasi dengan solid state reaction method. Penelitian ini menggunakan *Vibrating Sample Magnetometer (VSM)* untuk menganalisis sifat magnet pada sampel Komposit BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub>/ZnO perbandingan 50% : 50% (%wt). Pengukuran dilakukan pada suhu kamar dalam atmosfer. Hasil analisa VSM pada kurva histerisis diatas dapat dilihat bahwa nilai magnetik saturasi (Mr),(Hcj) semakin kecil, efek besarnya penambahan Komposisi BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub>. Besarnya nilai magnetik saturasi (Ms) komposit yang diperoleh dari sampel BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub>/ZnO Perbandingan 50% : 50% (%wt) sebesar 45 emu/g. Selain itu, nilai koersivitas (Hcj) semakin besar. Besarnya nilai koersivitas yang dihasilkan dari material BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub>/ZnO perbandingan 50% : 50% (%wt) sebesar 2728 Oe. Hasil menunjukan bahwa semakin sedikit BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub> yang di campurkan terhadap ZnO maka sifat kemagnetannya akan semakin kecil karena sifat magnet ZnO jauh lebih kecil dibandingkan sifat magnet BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub>. Sementara nilai magnetik remanen (Mr) yang dihasilkan dari masing-masing material BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub>/ZnO sebesar 33.06, emu/g. semakin besar nilai magnetik remanen (Mr) maka akan besar juga sifat kemagnetannya.

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.



Gambar 3. Kurva histerisis medan magnetik (Ms), (Mr), (Hcj) pengaruh penambahan % ZnO terhadap BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub>

Dari keterangan diatas menunjukkan pada komposit dengan komposisi 50%+50% (%wt) memiliki sifat kemagnetan yang lebih besar dibandingkan dengan komposit sampel Murni (%wt). Jadi berdasarkan keterangan (Coey, 2010) menyatakan bahwa dari kurva histerisis kita dapat membedakan antara material soft magnetik dan hard maknetik. Dimana hard maknetik 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 4.

Tabel 4. Hasil sifat magnet serbuk sampel A,B,C,D,E (% wt)

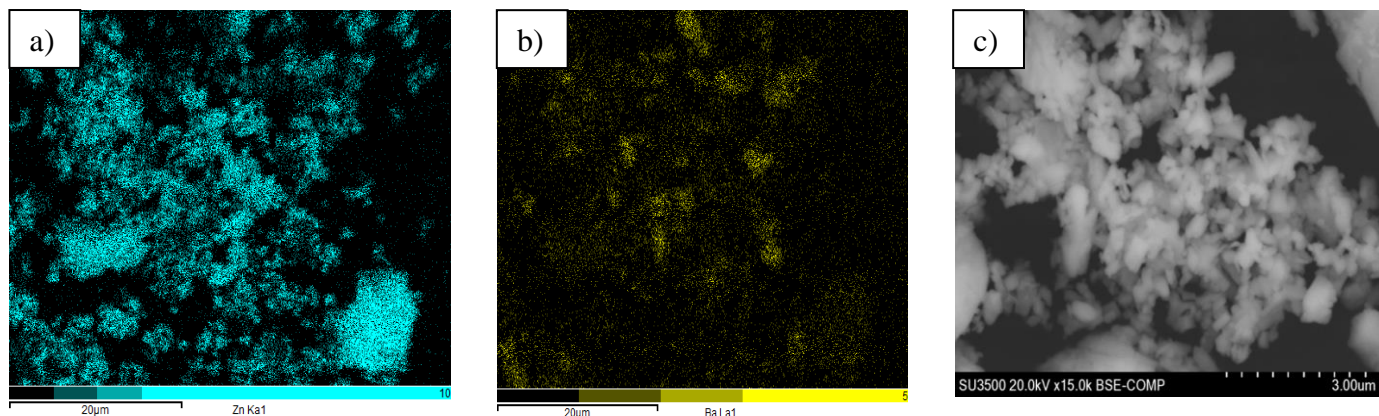
Kode sampel (%wt)	(Ms) (emu/g)	(Mr) (emu/g)	(Hcj) (Oe)	Bhmax (kGOe)
A=0	54.03	33.06	2943	190
B=25	45.74	24.60	2821	150
C=50	39.40	17.20	2728	110
D=75	39.36	14.69	1365	60
E=100	7.84	1.27	152.4	10

*Analisis Morfologi sampel BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub> murni (%wt), ZnO murni (%wt) dan komposit BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub>/ZnO dengan komposisi 50+50 (%wt).*

BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub> yang telah digiling selama 1/2 jam menggunakan *High Energi Milling (HEM)* dengan *wet milling* dalam media toluene, Untuk Gambar 4a dan 4b masing-masing menunjukkan sampel ZnO murni dan sampel BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub> murni struktur 20 µm dan masih kasar dan tidak halus. Sedangkan Gambar 4c menunjukan struktur kristal hexagonal sebagian besar butir-butiran kecil. Ukuran partikel 3 µm yang permukaan partikelnya relatif halus. Permukaan dari serbuk komposit BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub>/ZnO, hampir semua partikel menunjukan

struktur kristal hexagonal dan untuk ukuran partikel rata-rata dibawah 0.3  $\mu\text{m}$ . Tampak bahwa dengan komposisi Komposit  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}/\text{ZnO}$  dengan komposisi 50+50 (%wt). Maka morfologi permukaan komposit  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}/\text{ZnO}$  terlihat semakin halus dan kecil. Hal ini sangat erat kaitannya dengan distribusi ZnO pada komposit  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}/\text{ZnO}$ . 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.



Gambar 4. a) Sampel ZnO murni (% wt); b) sampel  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$  murni (% wt); dan c) sampel  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$  murni (% wt)

## Kesimpulan

Telah berhasil dibuat material komposit  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}/\text{ZnO}$  dengan Komposisi 50%+50% wt. menggunakan *High Energi Milling* (HEM) dengan wet milling dalam media toluene. Dari hasil 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  $a=5,929 \text{ \AA}$  dan  $c=23,41 \text{ \AA}$  *space group* (P 63/m m c). Pada serbuk ZnO sebagai *filler* menunjukkan bahwa fasa yang terbentuk *single phase* dan struktur kristal heksagonal memiliki parameter kisi  $a=3,2533 \text{ \AA}$ ,  $c=5,2073 \text{ \AA}$  *space group* (P 63/mmc). Sampel komposit  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}/\text{ZnO}$  yang terstruktur heksagonal (*file* JCPDS No. 39-1433). Jadi 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. Hasil uji *true density* menunjukkan bahwa pada komposisi komposit 50%+50% wt adalah densitas akan semakin baik untuk dijadikan sebagai absorber penyerap gelombang elektromagnetik. 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.

## Ucapan Terima Kasih

Assalamualaikum warohmatullohhiwabarokatuh. Terima kasih banyak kepada Kemenristekdikti, Universitas Efarina telah memberikan kepercayaan dalam penelitian

dosen pemula. Dan juga terima kasih banyak kepada Ibu Rektor Dr. Suzanna Josephine, SE., M.S telah banyak mensupport dalam penelitian ini. Saya ucapkan terima kasih banyak pada Teman yang membantu dalam penelitian ini terima kasih.

## Referensi

- Abdel-Galil, M. R., Balboul, A., dan Sharaf. (2015) Syntesis and characterization of Mn-doped ZnO diluted magnetic semiconductors. *Physica B: Condensed Matter*. **477**(15): 20-28
- Alatas, Z. (2015) Buku pintar nuklir. *Badan Teknologi Nuklir Indonesia*. Serpong, Indonesia
- Arizal, M. Z. (2016) Analisis radiasi hambur di luar ruangan klinik radiologi medical check up (MCU). *Jurnal Ilmiah GIGA*. **19** (1):1410-8682.
- BAPETEN. (2013a) Surat keputusan kepala baepeten nomor 4 tentang proteksi dan keselamatan radiasi dalam pemanfaatan tenaga nuklir. *Proteksi dan Keselamatan Radiasi Dalam Pemanfaatan Tenaga Nuklir*. Jakarta, Indonesia.
- BAPETEN. (2013b) Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 4 Tahun 2013 Tentang Proteksi dan Keselamatan Radiasi Dalam Pemanfaatan Tenaga Nuklir. *Proteksi dan Keselamatan Radiasi Dalam Pemanfaatan Tenaga Nuklir*. Jakarta, Indonesia
- Chaari, M., Matoussi, A., dan Fakhfakh, Z. (2011) Structural and dielectric properties of sintering zinc oxide bulk ceramic. *Materials Sciences and Application*. **2**: 765-770.
- Chattopadhyay, S., Neogi, S. K., Sarkar, A., Mukadam, M. D., Yusuf, S. M., Banerjee, A., dan Bandyopadhyay, S. (2011) Defects induced ferromagnetism in Mn doped ZnO. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*. **323**: 363–368.
- Chen, W., Zheng, J., dan Li, Y. (2012). Synthesis and electromagnetic characteristics of Ba-  $\text{Fe}_{12}\text{O}_{19}/\text{ZnO}$  composite material. *Journal Alloys and Compounds*. **513**, 420–424.

- Dhanshree, K., dan Elangovan, T. (2014) Synthesis and characterization of ZnO and MnDoped ZnO nanoparticles. *International Journal of Science and Research (IJSR)*. **4**: 1816 – 1820.
- Khoiri, M. (2010) Upaya peningkatan budaya keselamatan pekerja radiasi rumah sakit di Indonesia. *Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir Badan Tenaga Nuklir Nasional, Seminar Nasional VI SDM Teknologi Nuklir*. Yogyakarta, Indonesia.
- Ginting, S. M., Taslima, K., Sebayang, D., Aryanto, T. Sudiro, dan P. Sebayang. (2016) Preparation and characterization of zinc oxide doped with ferrite and chromium. *International Symposium on Current Progress in Mathematics and Sciences*.
- Rianna, M. (2018) Preparation and characterization of natural iron sand from kata beach, Sumatera Barat Indonesia with high energy milling (Hem). *Jurnal Natural*. **18** (2): 97-100.
- Rai, R., Sahara, dan Sri, Z. (2020) Pengukuran dan analisis dosis proteksi radiasi sinar-x di unit radiologi rs. Ibnu sina yw-umi. *Jurnal Fisika dan Terapannya*. **7** (1): 87-96
- Riska, Y., Sahara, dan Nurul, F. (2020) Pengujian paparan radiasi sinar-x di unit radiologi Rsud Kota Makassar. *Jurnal Fisika dan Terapannya*. **7** (1): 53-61
- Sebayang, P., dan Muljadi. (2011) Kajian Struktur Mikro Terhadap Sifat Magnetik pada Magnet Permanen BaO. Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. *Telaah Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*. **29** (2): 55-62.
- Shinde, K. P., Pawar, R. C., Sinha, B. B., Kim, H. S., Oh, S. S., dan Chung, K. C. (2014) Optical and magnetic properties of Ni doped ZnO planetary ball milled nanopowder synthesized by co-precipitation. *Ceramics International*. **40**: 16799–16804.