

## Pengaruh Polietilen Glikol (PEG) Terhadap Ukuran Partikel Magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) yang Disintesis dengan Menggunakan Metode Kopresipitasi

Irfan Nursa\*, Dwi Puryanti, Arif Budiman

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas, Padang

Kampus Limau Manis, Pauh Padang 25163

\**irfannursa@yahoo.com*

### ABSTRAK

Sintesis nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  menggunakan templet PEG dengan metode kopresipitasi telah dilakukan. Perbandingan serbuk besi dengan templet PEG adalah 1:1. Jenis PEG yang digunakan adalah PEG-1000, PEG-2000, PEG-4000, dan PEG-6000. Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh berat molekul PEG terhadap ukuran kristal, ukuran partikel, dan morfologi permukaan nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ . Ukuran kristal diperoleh dengan menggunakan metode difraksi sinar-X (XRD) dan ukuran partikel serta morfologi permukaan nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  diperoleh dengan menggunakan alat *Scanning Electron Microscopy* (SEM). Dari analisis hasil difraksi sinar-X didapatkan ukuran kristal nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  berturut-turut adalah 19,32 nm, 19,37 nm, 21,35 nm dan 18,29 nm. Berdasarkan hasil SEM terlihat bahwa nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  berbentuk *spherical* (bulat) dengan ukuran partikel berturut-turut 85 nm, 67,75 nm, 86,5 nm, dan 60,75 nm.

Kata kunci:  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , nanopartikel, PEG, kopresipitasi

### ABSTRACT

*Synthesis of  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  nanoparticles using PEG template by using the coprecipitation method has been done. Ratio of iron powder to PEG templates is 1: 1. Types of PEG were PEG-1000, PEG-2000, PEG-4000 and PEG-6000. The purpose of this study is to see the effect of PEG type on the crystal size, the particle sizes and the morphology of  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  nanoparticles. Crystal size was obtained from XRD, whereas morphology of  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  nanoparticles was obtained by using a Scanning Electron Microscopy (SEM). Based on XRD data, resulted crystal sizes are 19,32 nm, 19,37 nm, 21,35 nm, and 18,29 nm, respectively. The SEM images show that the  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  particles have a spherical shape with particle sizes of 85 nm, 67,75 nm, 86,5 nm, dan 60,75 nm, respectively.*

*Keywords:  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , nanoparticles, PEG, coprecipitation*

## I. PENDAHULUAN

Penelitian mengenai nanopartikel magnetik telah banyak dilakukan karena aplikasinya dalam berbagai bidang, seperti gel magnetik, bioteknologi, biomedis, katalis, *Magnetic Resonance Imaging* (MRI), dan penyimpanan data. Ukuran partikel sangat menentukan sifat kemagnetan suatu bahan, dimana semakin kecil ukuran partikel semakin tinggi pula respon magnetik suatu bahan magnet (mudah termagnetisasi oleh medan magnetik eksternal). Dengan kata lain, efek superparamagnetik akan semakin dominan dengan semakin kecilnya diameter nanopartikel. Perkembangan penelitian tentang nanopartikel magnetik diikuti oleh kebutuhan pasar global yang menginginkan kualitas dan kuantitas kandungan bahan magnetik yang bervariasi.

Beberapa tahun belakangan ini, peneliti telah mensintesis berbagai nanopartikel untuk memenuhi kebutuhan pasar global. Salah satunya adalah nanopartikel magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) yang disintesis dengan metode-metode yang berbeda. Beberapa metode yang digunakan untuk mensintesis nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  adalah metode sol gel yang digunakan oleh Xu dkk. (2007), metode hidrolisis terkontrol digunakan oleh Iida dkk. (2007) dan metode kopresipitasi digunakan oleh Hong dkk. (2007). Di antara sekian banyak metode sintesis tersebut, metode kopresipitasi merupakan metoda yang paling mudah dilakukan dan memerlukan suhu reaksi yang rendah dibawah 100 °C, serta memiliki variasi kondisi yang bisa dipilih mulai dari pH, agen pengendap, dan sebagainya.

Sintesis magnetit membutuhkan waktu yang lama dan biaya yang mahal. Magnetit alami banyak ditemukan dalam batuan. Bijih besi mengandung mineral-mineral besi yang bersifat magnetik seperti magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), hematit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), goetit [ $\text{FeO}(\text{OH})$ ], limonit [ $\text{FeO}(\text{OH})_n(\text{H}_2\text{O})$ ] dan siderit ( $\text{FeCO}_3$ ) dan sejumlah mineral pengotor seperti silika ( $\text{SiO}_2$ ), alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), magnesia ( $\text{MgO}$ ), dan lain-lain.

Beberapa peneliti telah melakukan sintesis nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ . Anwar (2007) melakukan sintesis nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dengan metode kopresipitasi menggunakan templet PEG-400. Penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan PEG-400 meningkatkan ukuran kristal  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ . Selanjutnya, Perdana (2011) melakukan sintesis nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dengan metode kopresipitasi menggunakan templet PEG-1000 dengan perbandingan antara magnetit dan PEG-1000 sebesar 1:1, 1:2, dan 1:4. Dalam penelitian ini telah dilakukan sintesis dan karakterisasi nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dengan variasi jenis PEG dengan menggunakan metode kopresipitasi. Magnetit yang digunakan dari bijih besi yang berasal dari daerah Surian Kabupaten Solok Sumatera Barat. PEG yang digunakan adalah PEG-1000, PEG-2000, PEG-4000, dan PEG-6000. Perbandingan massa antara magnetit dan PEG yang digunakan adalah 1:1. Karakterisasi yang dilakukan adalah ukuran nanopartikel dengan menggunakan (XRD) dan morfologi permukaan nanopartikel (SEM).

## II. METODE

### 2.1 Destruksi Bijih Besi

Sampel bijih besi yang diperoleh dari daerah Surian kabupaten Solok diolah menjadi serbuk besi dengan mesin *grinding* di daerah Lubuak Silasia Kabupaten Solok Sumatera Barat. Serbuk besi tersebut diayak dengan menggunakan ayakan yang berukuran 270 mesh. Selanjutnya magnet permanen digunakan untuk memisahkan mineral magnetik (sampel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) dengan mineral nonmagnetik

### 2.2 Sintesis Nanopartikel $\text{Fe}_3\text{O}_4$

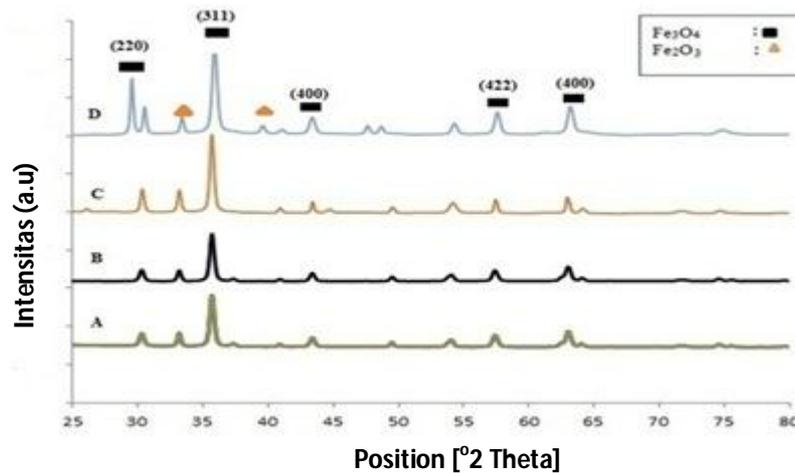
Sintesis nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dapat dilakukan dengan cara mengambil sampel 10 g  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  yang sudah dicuci dengan aquades, lalu HCl (12 M) sebanyak 20 ml ditambahkan pada suhu 90 °C kemudian dilarutkan, dan diaduk selama 60 menit dengan *magnetic stirrer*. Hasil pengadukan di tuangkan ke dalam gelas yang di tutup dengan kertas saring, dan biarkan menetes sampai cairan habis. Setelah itu tambahkan larutan tersebut dengan amoniak sebanyak 25 ml, diamkan selama 30 menit sehingga terjadi pengendapan. Cuci hasil pengendapan dengan aquades sampai bersih sebanyak 3 kali. Kemudian panaskan 10 gram PEG dengan suhu 80 °C hingga mencair, setelah itu gabungkan dengan sampel hasil pengendapan yang sudah dicuci. Aduk dengan *magnetic stirrer* selama 15 menit. Setelah itu tuangkan sampel ke dalam cawan dan masukan sampel ke dalam *furnace*, gunakan suhu 400 °C selama 3 jam untuk pengeringan. Setelah itu sampel yang sudah kering di keluarkan dari *furnace*, dan lakukan karakterisasi.

## III. HASIL DAN DISKUSI

### 3.1 Ukuran Kristal Nanopartikel $\text{Fe}_3\text{O}_4$

Pola difraksi sinar-X untuk keseluruhan sampel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , dengan penambahan PEG-1000, PEG-2000, PEG-4000, dan PEG-6000 dapat dilihat pada Gambar 1. Pola difraksi sinar-X sampel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dengan penambahan PEG-1000, PEG-2000, dan PEG-4000 dalam beberapa variasinya memiliki pola yang hampir sama. Gambar 1 juga memperlihatkan puncak-puncak yang muncul antara sampel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dengan penambahan variasi PEG memiliki pola difraksi puncak-puncak yang cukup identik. Pola difraksi  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dengan penambahan PEG-6000 didapatkan ukuran kristal terkecil.

Hasil karakterisasi difraksi sinar-X menunjukkan tidak adanya fasa PEG di dalam semua sampel, yang mengindikasikan bahwa surfaktan PEG yang berguna untuk mengontrol ukuran partikel tidak ikut bereaksi dan berfungsi sebagai templete yang membungkus partikel.



**Gambar 1** Pola difraksi sinar-X untuk keseluruhan sampel Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, dengan (A) penambahan PEG-1000, (B) penambahan PEG-2000, (C) penambahan PEG-4000, dan (D) penambahan PEG-6000.

Data perhitungan masing-masing sampel dengan penambahan PEG dapat dilihat pada Tabel 1. Peningkatan berat molekul PEG yang digunakan pada sampel dengan penambahan PEG-6000 menurunkan ukuran kristal Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> yang dihasilkan. Penurunan ukuran kristal pada PEG-6000 berhubungan dengan berat molekul dari PEG, karena semakin tinggi berat molekul PEG yang disintesis dengan komposisi bijih besi yang sesuai, maka semakin banyak rantai molekul yang dapat menghambat pertumbuhan partikel Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>. Ukuran kristal ini sedikit meningkat jika dibandingkan dengan sintesis Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> dengan menggunakan PEG-4000. Hal ini disebabkan karena PEG yang ditambahkan harus mempunyai perbandingan yang tepat agar bekerja sesuai dengan fungsinya. Misalnya agar PEG 2000 berfungsi sebagaimana mestinya maka sekitar 200% PEG 2000 ditambahkan pada bahan yang akan disintesis (Balkis, 2009). Dari hasil pengukuran diketahui bahwa kristal terkecil didapatkan pada Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> dengan penambahan PEG-6000.

**Tabel 1** Ukuran kristal sampel Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> dengan menggunakan PEG-1000, PEG-2000, PEG-4000, PEG-6000.

No	Sampel	Ukuran Kristal (nm), (±0,05)
1	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> + PEG 1000	19,32
2	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> + PEG 2000	19,37
3	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> + PEG 4000	21,35
4	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> + PEG 6000	18,29

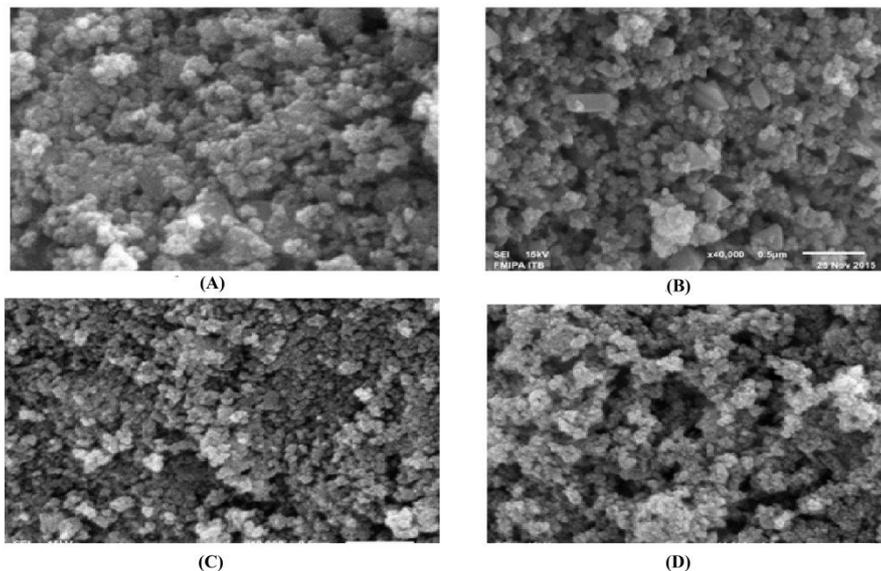
### 3.2 Morfologi Permukaan Nanopartikel Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>

Morfologi partikel Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> dengan penambahan PEG-1000, PEG-2000, PEG-4000, dan PEG-6000 diperlihatkan pada Gambar 2. Pada sampel Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> dengan penambahan PEG 1000 ukuran dari partikel belum terlihat seragam. Dari pengujian yang dilakukan dengan menggunakan SEM didapatkan ukuran partikel 85 nm, dari sampel Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> menggunakan PEG 1000 terlihat masih banyak partikel yang bertumpuk-tumpuk sehingga banyak terlihat gumpalan-gumpalan yang belum beraturan. Morfologi partikel Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> menggunakan PEG-2000 sudah terbentuk nanopartikel yang ukurannya cukup seragam jika dibandingkan dengan sampel Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> menggunakan PEG-1000.

Dari pengujian yang dilakukan dengan menggunakan SEM didapatkan ukuran partikel 67,75 nm, dari sampel bijih besi dengan penambahan PEG 2000 terlihat adanya pembentukan partikel yang seragam namun masih terdapat partikel yang bertumpuk-tumpuk sehingga banyak

terlihat gumpalan-gumpalan yang belum beraturan. Nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  yang disintesis dengan menggunakan PEG-4000 sudah memiliki ukuran seragam. Ukuran partikel dari sampel dengan penambahan PEG 4000 didapatkan ukuran partikel sedikit lebih besar. Dari pengujian yang dilakukan dengan menggunakan SEM didapatkan ukuran partikel 86,5 nm

Morfologi Nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  menggunakan PEG-6000 terlihat banyak partikel yang berbentuk *spherical* (bulat), ini menunjukkan bahwa sampel pasir besi dengan penambahan PEG 6000 dapat dikatakan titik optimum untuk variasi PEG, karena terlihat keseragaman dari partikel yang terbentuk. Dari pengujian yang dilakukan dengan menggunakan SEM didapatkan ukuran partikel 60,75 nm. Ini adalah ukuran terkecil dari ke 4 variasi PEG yang telah diujikan.



**Gambar 2** Hasil karakterisasi menggunakan SEM untuk keseluruhan sampel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , dengan (A) penambahan PEG-1000, (B) penambahan PEG-2000, (C) penambahan PEG-4000, dan (D) penambahan PEG-6000.

Hasil SEM menunjukkan bahwa sampel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  telah membentuk campuran yang homogen dimana bentuk morfologi partikel berbentuk *spherical* (bulat) dan tidak terdapat unsur lain yang tercampur terlihat pada Tabel 2. Ukuran partikel didapatkan dari sampel dengan penambahan variasi PEG-1000, PEG-2000, PEG-4000, dan PEG-6000 berturut-turut yaitu 85 nm, 67,75 nm, 86,5 nm, dan 60,75 nm.

**Tabel 2** Hasil perhitungan ukuran partikel menggunakan SEM dengan penambahan PEG-1000, PEG-2000, PEG-4000, PEG-6000

No.	Sampel	Ukuran Partikel (nm)
1.	$\text{Fe}_3\text{O}_4$ dengan PEG 1000	85
2.	$\text{Fe}_3\text{O}_4$ dengan PEG 2000	67,75
3.	$\text{Fe}_3\text{O}_4$ dengan PEG 4000	86,5
4.	$\text{Fe}_3\text{O}_4$ dengan PEG 6000	60,75

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dengan melihat pengaruh sintesis  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  perbandingan 1:1 dengan menggunakan PEG-1000, 2000, 4000, dan 6000 terhadap ukuran kristal dan partikel nanopartikel maka, didapat kesimpulan sebagai berikut: Nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dari bijih besi yang berasal dari tambang dengan perbedaan PEG bijih besi di daerah Surian Kabupaten Solok berhasil disintesis dengan hasil perhitungan dari difraktogram XRD didapatkan ukuran kristal nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  berturut-turut yaitu 19,32 nm, 19,37 nm, 21,35 nm dan 18,29 nm. Variasi PEG berpengaruh terhadap ukuran partikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , dimana ukuran terkecil didapatkan pada sintesis dengan penambahan PEG-6000. Hasil SEM menunjukkan

bahwa sampel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  telah membentuk campuran yang homogen dimana bentuk morfologi partikel berbentuk spherical (bulat) dan tidak terdapat unsur lain yang tercampur. Ukuran partikel didapatkan dari sampel dengan penambahan variasi PEG-1000, PEG-2000, PEG-4000, dan PEG-6000 beturut-turut yaitu 85 nm, 67,75 nm, 86,5 nm, dan 60,75 nm.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, M., "Sintesis dan Karakterisasi Ferrofluida Berbahan Dasar Pasir Besi PEG-400 sebagai Media Template". Skripsi S1, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (2007).
- Agustina, E., "Struktur dan Sifat Optik Lapisan Tipis  $\text{TiO}_2$  (Titanium Oksida) Yang Dihasilkan Dengan Menggunakan Metode Elektrodeposisi, Skripsi S1, Universitas Andalas (2013).
- Balkis, R. dan Setyawan, H, Jurnal Nanosains dan Nanoteknologi, Hal. 13-18 (2009).
- Hong, R., Li, J., Wang, J., Li, H, China Particuology **5**, Hal. 186–191 (2007).
- Iida, H., Takayanagi, K., Nakanishi, T., Osaka, T., Journal of Colloid and Interface Science **314**, Hal. 274-280 (2007).
- Perdana, F.A, Jurnal Material dan Energi Indonesia, Hal. 4-10 (2011)
- Xu, C-Y, He, Kai, Zhen, L., Shao, En-Z., Materials Letter **61**, Hal. 8-12 (2007).