

## SINTESIS DAN ANALISIS SIFAT MAGNETIK NANOPARTIKEL MAGNETIT (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) BERBASIS PASIR BESI

<sup>1</sup>Prilly Virginia Mira, <sup>1</sup>Lufsyi Mahmudin, <sup>1</sup>Iqbal  
<sup>1</sup>Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Tadulako

### ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian mengenai sintesis dan analisis sifat magnetik nanopartikel magnetit (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) berbasis pasir besi dengan metode kopresipitasi. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh nanopartikel magnetit berbasis pasir besi serta menganalisis sifat magnetik nanopartikel magnetit. Dalam penelitian ini menggunakan HCl (12,063 M, PA 99,9%) sebagai pelarut dan NH<sub>4</sub>OH (6,5 M) sebagai pengendap. Nanopartikel magnetit yang terbentuk berwarna hitam pekat dan dikarakterisasi menggunakan XRD, TEM, dan VSM. Adapun hasil karakterisasi XRD langsung membuktikan bahwa pasir besi mengandung 51,5 % magnetit dan ditunjukkan melalui kemunculan indeks miler (311). Sedangkan hasil karakterisasi menggunakan TEM diperoleh ukuran partikel rata-rata yaitu (1,2 ± 0,2) nm yang dapat diaplikasikan pada biosensor SPR. Hasil sintesis nanopartikel magnetit bersifat *soft magnetic* berdasarkan analisis kurva histeresis.

**Kata Kunci :** *Pasir Besi, Kopresipitasi, Nanopartikel magnetit.*

### ABSTRACT

The research have been done about synthesis the iron sand-based magnetite nanoparticles (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) using coprecipitation method and analysis of the magnetic properties. This research aims to produce magnetite nanoparticles by coprecipitation method, and to analyze of the magnetic properties of magnetite nanoparticles by hysteresis curve. In this research used HCl (12,063 M, PA 99,9%) as a solvent and NH<sub>4</sub>OH (6,5 M) as a settling down. Results of magnetite nanoparticles were characterized by XRD, TEM, VSM. Result of XRD characterization proves that iron sand contains 51,5 % of magnetite and showed by miller index (311). While, the results of magnetite nanoparticles characterized using TEM obtained average particle size is (1,2 ± 0,2) nm to be application SPR biosensor. The result of magnetite nanoparticles synthesis it's magnetic property is soft based on the hysteresis curve.

**Keywords :** Coprecipitation method, Iron sand, Magnetite nanoparticles.

**Correspondent Author :** [prillymira@gmail.com](mailto:prillymira@gmail.com)

## 1. PENDAHULUAN

Keberadaan sumber daya alam di muka bumi ini sangat melimpah. Termasuk minyak, gas dan bahan-bahan mineral. Salah satu bahan mineral alam yang sangat berpotensi untuk dikembangkan yaitu magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ). Di Indonesia, magnetit diperoleh dari hasil pertambangan pasir besi yang ada di sungai atau dari tambang pasir pegunungan, tetapi hanya beberapa pegunungan saja yang mengandung pasir besi. Pasir besi yang berukuran nanometer memiliki sifat feromagnetik yang dapat diaplikasikan secara luas. Salah satu contohnya yaitu nanopartikel magnetit.

Nanopartikel magnetit merupakan material magnetik yang hanya memiliki satu domain magnetik (*single domain*). Nanopartikel magnetit membutuhkan analisis mengenai sifat dan watak dari nanopartikel magnetit tersebut, untuk dapat dimanfaatkan pada bidang biosensor dengan memperhatikan sifat magnetik serta ukuran butir (Riyanto, dkk., 2012). Untuk menghasilkan nanopartikel magnetit dapat dilakukan dengan beberapa cara, salah satunya dengan metode kopresipitasi.

Sintesis nanopartikel magnetit dengan metode kopresipitasi yang dilakukan oleh Simamora dan Krisna (2015), diperoleh hasil berwarna coklat kehitaman dan memiliki sifat magnet yang kuat. Penelitian Riyanto, dkk (2012), juga menggunakan metode kopresipitasi, diperoleh hasil yang memiliki perbedaan sifat magnetik seiring dengan peningkatan ukuran bulir partikel. Dalam aplikasi biosensor SPR (*Surface Plasmon Resonance*), nanopartikel dengan ukuran bulir yang lebih kecil memiliki respon magnetik yang lebih tinggi.

Pada penelitian ini digunakan metode kopresipitasi untuk menghasilkan nanopartikel magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), karena cukup efektif dan cukup sederhana bila dibandingkan dengan metode yang lain.

Hal ini karena dapat dilakukan pada suhu rendah, waktu yang relatif cepat, serta dengan peralatan yang sederhana. Selanjutnya dilakukan karakterisasi dengan menggunakan *Transmission Electron Microscope* (TEM) untuk analisis morfologi serta ukuran bulir nanopartikel magnetit. Setelah itu dikarakterisasi dengan *Vibrating Sample Magnetometer* (VSM) untuk mengetahui sifat magnetik.

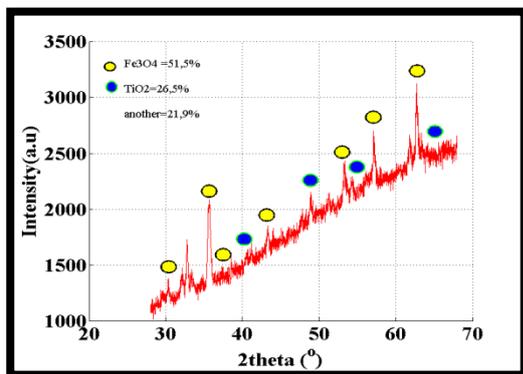
## II. METODE PENELITIAN

Pasir besi yang telah diekstraksi diambil sebanyak 8,3 gr dan dilarutkan dalam HCl (12,063 M, PA 99,9%) sebanyak 41,7 ml kemudian diaduk sambil dipanaskan dengan *hot plate* hingga suhu  $70^\circ\text{C}$  selama 30 menit. Setelah larutan terbentuk, dilakukan penyaringan dengan menggunakan kertas saring. Kemudian untuk memperoleh pengendapan nanopartikel magnetit  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  maka ditambahkan larutan basa  $\text{NH}_4\text{OH}$  (6,5M) sebanyak 62,55 ml sambil diaduk dan dipanaskan dengan *hot plate* hingga suhu  $70^\circ\text{C}$  selama 20 menit. Setelah didiamkan selama 1 jam 30 menit, hasil endapan  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  berwarna hitam pekat yang terbentuk dipisahkan dari larutannya yang kemudian dicuci berulang-ulang dengan menggunakan aquades sampai bersih dari pengotornya. Cara pencuciannya adalah menempatkan hasil reaksi pada gelas ukur, kemudian diberi aquades sebanyak yang bisa ditampung gelas itu, setelah itu magnet permanen ditempatkan di bawah gelas dengan tujuan bisa menarik  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  supaya mengendap lebih cepat. Setelah proses pencucian selesai, untuk mendapatkan serbuk nanopartikel magnetit  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , endapan berwarna hitam pekat dikeringkan dalam *furnace* dengan suhu  $100^\circ\text{C}$  selama 2 jam. Selain berfungsi untuk mengeringkan sampel, *furnace* juga digunakan untuk memanaskan endapan agar menghilangkan pengotor yang berasal dari penggunaan  $\text{NH}_4\text{OH}$  (Arisandi, 2007). Selanjutnya dikarakterisasi menggunakan TEM (*Transmission Electron Microscope*)

dan VSM (*Vibrating Sample Magnetometer*).

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

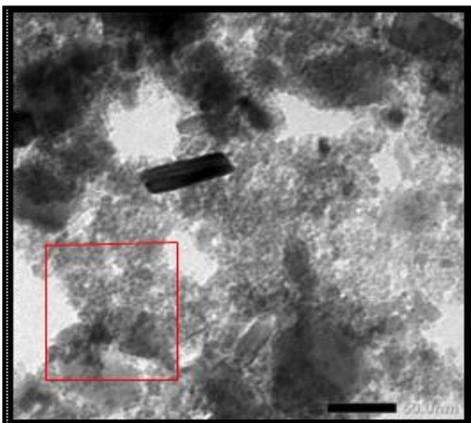
#### Karakterisasi XRD



Gambar 1. Hasil karakterisasi XRD

Hasil karakterisasi bisa dilihat pada Gambar 1 yang menunjukkan langsung bahwa pasir besi mengandung 51,5% magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), 26,5% titanium ( $\text{TiO}_2$ ), dan senyawa lainnya 21,9%.

#### Karakterisasi TEM

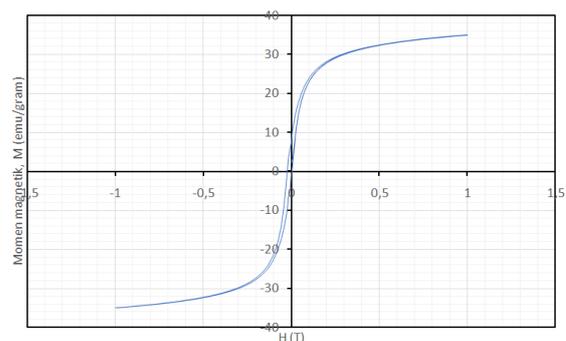


Gambar 2. Hasil karakterisasi TEM

Hasil sintesis yang dilakukan mendapatkan morfologi nanopartikel magnetit dengan diameter butir nanopartikel dibawah 50 nm, seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Distribusi ukuran partikel rata-rata yaitu  $(1,2 \pm 0,2)$  nm. Hal ini menunjukkan bahwa nanopartikel magnetit memiliki keseragaman ukuran yang tinggi

(monodispersif) sesuai dengan hasil penelitian Sholihah (2010), dimana keseragaman ukuran bulir terbanyak yaitu 2 nm dengan frekuensi 0,2. Berdasarkan Gambar 2 juga menunjukkan bahwa nanopartikel magnetit cenderung beragregasi. Terlihat bahwa partikel-partikel hasil karakterisasi TEM saling mendekat dan saling bertubrukan sehingga terjadi penumpukan/agregat. Hal ini disebabkan karena bahan yang digunakan berasal dari alam dan saat dilakukan pengujian sudah tersimpan lama dalam laboratorium. Dengan kata lain, waktu penyimpanan hasil sintesis nanopartikel magnetit memiliki rentang waktu yang lama dengan karakterisasi yaitu selama 3 minggu. Adapun faktor lainnya, disebabkan pencucian hasil endapan yang kurang bersih, sehingga menyebabkan sisa larutan pelarut yang digunakan masih tersisa bersamaan dengan nanopartikel magnetit.

#### Karakterisasi VSM



Gambar 3. Hasil karakterisasi VSM

Karakterisasi menggunakan VSM dilakukan untuk memperoleh kurva magnetisasi nanopartikel magnetit seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Informasi yang diperoleh yaitu mengenai besaran-besaran sifat magnetik sebagai akibat perubahan medan magnet luar yang digambarkan dalam kurva histeresis. Dengan sumbu x merupakan medan magnet yang menginduksi sampel dalam satuan Tesla dan sumbu y merupakan momen magnetik sampel dalam satuan emu/gram.

Nanopartikel magnetit dengan ukuran bulir paling kecil akan menghasilkan kurva magnetisasi berbentuk huruf S seperti pada Gambar 3 dan loop histerisis yang terbentuk tidak terlalu luas atau sempit sehingga dapat diketahui bahwa nanopartikel magnetit termasuk dalam *soft magnetic*. Sehingga dari loop histerisis yang terbentuk sesuai dengan penelitian yang dilakukan Riyanto., dkk (2012), dimana luasan kurva histerisis menunjukkan energi yang diperlukan untuk magnetisasi. Pada *soft magnetic*, untuk magnetisasi memerlukan energi yang sangat kecil. Berdasarkan Gambar 3, nilai magnetisasi saturasi untuk serbuk nanopartikel magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) adalah sebesar 35 emu/gram.

Bentuk kurva yang diperoleh juga menunjukkan bahwa nanopartikel yang berukuran kecil memiliki respon magnetik yang tinggi. Karena semakin kecil ukuran bulir suatu partikel maka momen magnetik pada nanopartikel magnetit akan cenderung lebih tidak stabil (Riyanto., dkk, 2012). Hal ini disebabkan energi anisotropi yang dimiliki oleh nanopartikel magnetit tersebut kecil. Sehingga bila terdapat medan magnet dari luar yang mempengaruhi, maka momen magnetik pada nanopartikel dengan ukuran yang kecil akan memberikan respon yang cepat.

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, adapun kesimpulan yang diperoleh, yaitu :

1. Sintesis nanopartikel magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) menggunakan metode kopresipitasi dengan HCl (12,063 M, PA 99,9%) sebagai pelarut dan  $\text{NH}_4\text{OH}$  (6,5 M) sebagai pengendap nanopartikel magnetit. Hasil endapan nanopartikel magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) yang terbentuk

berwarna hitam pekat dengan ukuran partikel rata-rata yaitu  $(1,2 \pm 0,2)$  nm.

2. Karakterisasi menggunakan VSM dilakukan untuk memperoleh kurva magnetisasi nanopartikel magnetit. Nanopartikel magnetit dengan ukuran butir paling kecil akan menghasilkan kurva magnetisasi berbentuk huruf S dengan loop histerisis yang sempit sehingga dapat diketahui bahwa nanopartikel magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) termasuk dalam *soft magnetic*.

##### SARAN

Sebaiknya mengukur pH sampel yang dicuci saat proses sintesis agar mengetahui bahwa hasil endapan nanopartikel yang diperoleh benar-benar telah bersih. Selain itu, sampel yang telah disintesis sebaiknya langsung dikarakterisasi tanpa menunggu waktu yang lama, dan perlu dilakukan uji XRD setelah sintesis untuk melihat perbandingan.

##### DAFTAR PUSTAKA

- Arisandi, Dhesi Mia (2007). *Pengaruh Pemanasan dan Jenis Surfaktan pada Sifat Magnetik Ferofluida Berbahan Dasar Pasir Besi*. Tugas Akhir, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Riyanto A. Dkk., (2012). *Analisis Struktur Kristal dan Sifat Magnetik pada Nanopartikel Magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) sebagai bahan Aktif Biosensor Surface Plasmon Resonance (SPR)*. Prosiding Pertemuan Ilmiah XXVI HFI Jateng & DIY. ISSN. Purworejo.
- Sholihah L. K. (2010). *Sintesis dan Karakteristik Partikel Nano $\text{Fe}_3\text{O}_4$  yang Berasal dari Pasir Besi dan  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  Bahan Komersial (ALDRICH)*. Laporan Tugas Akhir

jurusan Fisika, Institut Teknologi  
Sepuluh November Surabaya.

Simamora Pintor dan Krisna. (2015).  
*Sintesis dan Karakterisasi Sifat  
Magnetik Nanokomposit  $Fe_3O_4$ -  
Montmorilonit berdasarkan Variasi  
Suhu*. Prosiding Seminar Nasional  
Fisika (E-Journal) SNF.,ISSN

#### **UCAPAN TERIMAKASIH**

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Dosen pembimbing, Laboran dan Kepala-kepala Laboratorium Fisika Material dan Energi Jurusan Fisika FMIPA UNTAD, Laboratorium Kimia Anorganik FMIPA Universitas Gadjah Mada serta PSTBM-BATAN.