

CORE SHELL PARTIKEL $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{a-SiO}_2$ BERBASIS BAHAN ALAM DISINTESIS DENGAN METODE KOPRESIPITASI

Adrian Sjahmi Dewanto¹⁾, Munasir²⁾

¹⁾Program Studi S1 Fisika, FMIPA, UNESA, E-mail adriandewanto@mhs.unesa.ac.id

²⁾Dosen Fisika, FMIPA, UNESA, E-mail munasir_physics@unesa.ac.id

Abstrak.

Telah dilakukan sintesis nanokomposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{a-SiO}_2$ berbasis bahan alam dengan menggunakan metode kopresipitasi. Bahan dasar yang digunakan adalah SiO_2 dari pasir Bancar Tuban, Fe_3O_4 dari pasir besi Lumajang, dan PEG 4000. Dalam penelitian ini divariasi sebanyak 3 kali dengan perbandingan (Fe_3O_4 : a- SiO_2 : PEG = 1 : 2 : 1; 2 : 3 : 3; 1.8 : 2 : 3), dilakukan dengan cara mencairkan PEG 4000, kemudian ditambahkan a- SiO_2 dan Fe_3O_4 . Setelah itu dikarakterisasi dengan XRD dan FTIR. Hasil *X-Ray Diffraction* (XRD) menunjukkan bahwa semakin besar variasi penambahan silika ke dalam Fe_3O_4 maka pola difraksi Fe_3O_4 semakin menurun. Hasil *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) menunjukkan ikatan Si-O-Fe pada bilangan gelombang 555-568 cm^{-1} . Dengan demikian, nanokomposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{a-SiO}_2$ telah berhasil membentuk *core shell* $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{a-SiO}_2$ dengan metode kopresipitasi.

Kata Kunci: nanopartikel, silika, magnetik.

Abstract

Synthesize of nanoparticle of $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{a-SiO}_2$ has been done based on the natural material by using the coprecipitation method. The material that been used is a- SiO_2 from Bancar Tuban sand, Fe_3O_4 from Lumajang iron sand, and PEG 4000. This research using 3 times variation (Fe_3O_4 : a- SiO_2 : PEG = 1 : 2 : 1; 2 : 3 : 3; 1.8 : 2 : 3), by melting the PEG 4000, then added a- SiO_2 and Fe_3O_4 . Then characterized using the XRD and FTIR. The result of *X-Ray Diffraction* (XRD) shows that the bigger the variation of additional silica into Fe_3O_4 , the decrease of the patterns diffraction. The result of *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) shows the Si-O-Fe bound on 555-568 cm^{-1} wavenumber. Thus the nanocomposite $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{a-SiO}_2$ has successfully forming a core shell $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{a-SiO}_2$ by using coprecipitation method.

Keyword: nanoparticle, silica, magnetic, and coprecipitation method.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang memiliki sumber daya alam yang cukup melimpah, salah satu sumber daya alam yang berasal dari bahan galian adalah pasir kuarsa dan pasir besi. Sebagian pasir kandungan dari pasir kuarsa adalah silika (SiO_2) yaitu sebanyak 70%. Pasir kuarsa mempunyai ciri-ciri berwarna putih kekuningan, massa jenis antara 2,50–2,70 g/cm^3 , titik lebur sekitar 1715°C (Fairus, 2009). Sedangkan berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, pasir besi di daerah Lumajang mempunyai kadar Ferum (Fe) yang sangat tinggi, yaitu sekitar 40-50%.

Saat ini perkembangan teknologi banyak aplikasi nanokomposit di bidang industri maupun kedokteran terutama dalam penggunaan bahan tersebut pada ukuran partikel yang kecil sampai skala mikro maupun nano. Oleh karena itu perlu adanya teknologi yang canggih dan tepat untuk mengolahnya. Untuk memperoleh ukuran sampai nano perlu perlakuan khusus pada prosesnya. Berbagai macam metode

digunakan untuk mendapatkan nanokomposit dengan hasil terbaik diantaranya metode kopresipitasi, sol gel, dan lain-lain. Material komposit adalah kombinasi antara dua material atau lebih yang masing-masing material penyusun (matrik dan filler) memiliki sejumlah sifat berbeda.

Pada penelitian ini partikel magnetic (Fe_3O_4) dikompositkan dengan silika karena bahan silika memiliki beberapa kelebihan diantaranya bahan murninya dapat dengan mudah disintesis dalam skala besar dan memiliki kapasitas pertukaran kation yang tinggi. Silika berasal dari bahan alam atau sintetis dan pada umumnya dalam bentuk kristalin maupun amorf. Silika merupakan senyawa logam oksida yang banyak terdapat di alam, namun keberadaannya tidak dalam kondisi bebas melainkan terikat dengan senyawa lain baik secara fisik maupun secara kimia. Penggunaan silika banyak dalam industri-industri dan bidang medis, karena sifat dan morfologinya yang unik, diantaranya: luas permukaan dan volume porinya yang

besar, dan kemampuan untuk menyerap berbagai zat seperti air, oli, dan bahan radioaktif. Pada umumnya silika bersifat hidrofobik ataupun hidrofilik sesuai dengan struktur dan morfologinya.

Pada bahan komposit, komponennya tidak mengalami perubahan kimia. Material Fe₃O₄/SiO₂ adalah material komposit; atau lebih dikenal sebagai material nanokomposit, karena ukuran partikel material penyusunnya mempunyai ukuran skala nanometer. Penelitian sebelumnya yang telah berhasil dilakukan oleh Merdekani mengenai nanokomposit Fe₃O₄/SiO₂ dengan menggunakan metode kopresipitasi yang bahan dasarnya FeCl₃ dan larutan silika (Merdekani, 2013). Dari penelitian tersebut, peneliti tertarik dan telah melakukan penelitian yang berkaitan dengan sintesis nanokomposit Fe₃O₄/SiO₂ dengan bahan yang berbeda pada penelitian sebelumnya yaitu berbasis bahan alam menggunakan metode kopresipitasi. Metode kopresipitasi merupakan salah satu metode sintesis senyawa anorganik yang didasarkan pada pengendapan lebih dari satu substansi secara bersama-sama ketika melewati titik jenuhnya. Kelebihan dari metode kopresipitasi adalah suhu yang digunakan relatif rendah dan waktu yang singkat (Fernandez, 2011). Hasil dari nanopartikel Fe₃O₄/SiO₂ diilustrasikan membentuk formasi *Core-shell*, dimana partikel ferromagnetik Fe₃O₄ terselubungi dalam rongga partikel SiO₂ (Liu G et al, 2011).

METODE PENELITIAN

A. Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah gelas kimia, gelas ukur, *magnetic stirrer*, kertas saring, timbangan digital, spatula, pH meter, pipet, spatula, corong, crucible, mortar dan alu, magnet permanen, kardus dan lampu 60 watt. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain pasir Bancar Tuban, pasir besi Lumajang, NaOH, HCl 2M, NH₄OH, PEG 4000, dan aquades.

B. Variabel Operasional Penelitian

Variabel operasional yang digunakan dalam penelitian ini ialah variabel manipulasi adalah massa a-SiO₂ dan massa PEG. Variabel kontrol adalah massa Fe₃O₄. Sedangkan variabel respon adalah fasa baru dari nanokomposit Fe₃O₄/a-SiO₂.

C. Metode Sintesis Fe₃O₄/a-SiO₂.

Langkah-langkah yang dilakukan untuk sintesis nanokomposit Fe₃O₄/a-SiO₂ adalah PEG dicairkan terlebih dahulu di atas stirrer dengan suhu 60°C. Setelah itu dimasukkan serbuk a-SiO₂ sambil

diaduk sampai merata, kemudian ditambahkan serbuk Fe₃O₄ dan distirer selama 3 menit, sehingga terbentuklah endapan. Mengulangi langkah tersebut dengan komposisi yang berbeda sebanyak 3 kali. Endapan yang dihasilkan kemudian dikeringkan sehingga terjadilah serbuk.

Tabel 1. Komposisi sintesis Fe₃O₄/a-SiO₂

| Sampel | Massa Fe ₃ O ₄ : massa a-SiO ₂ : massa PEG |
|--------|---|
| 1 | 5 gr : 1.0 gr : 0.5 gr |
| 2 | 0.5 gr : 0.75 gr : 0.75 gr |
| 3 | 0.5 gr : 0.6 gr : 0.9 gr |

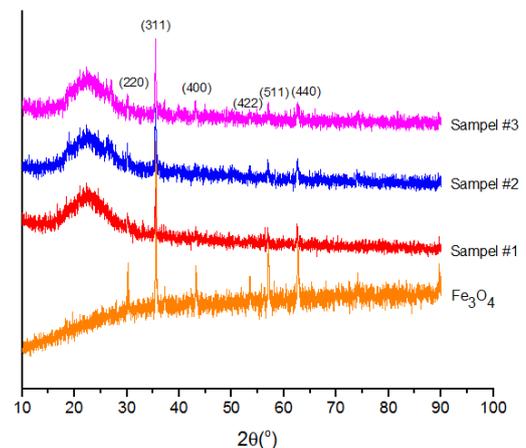
Tahap Karakterisasi Fe₃O₄/a-SiO₂.

Fe₃O₄/a-SiO₂ dikarakterisasi menggunakan XRD untuk mengetahui terjadinya komposit antara keduanya yaitu Fe₃O₄ dan a-SiO₂. Selain itu dikarakterisasi juga menggunakan FTIR untuk mengetahui gugus fungsi yang dimiliki oleh sampel Fe₃O₄/a-SiO₂.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Uji XRD

Difraktogram hasil XRD menunjukkan pola difraksi dari silika amorf dan Fe₃O₄ yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil uji XRD Fe₃O₄/a-SiO₂

Kurva tersebut menunjukkan bahwa terdapat kemiripan puncak-puncaknya antara Sampel #1, Sampel #2, maupun Sampel #3. Dari hasil XRD membuktikan adanya gabungan dari puncak partikel Fe₃O₄ dan partikel a-SiO₂ dan terlihat puncak difraksi

terjadi pada $2\theta = 30.07^\circ, 35.47^\circ, 43.17^\circ, 53.33^\circ, 56.90^\circ$ yang menunjukkan struktur kubik dari partikel Fe₃O₄, dengan bidang kristal masing-masing (220), (311), (400), (422), dan (511). Sehingga silika tidak mengubah struktur partikel Fe₃O₄ meskipun sudah dikompositkan. Pada sampel #1, sampel #2, dan sampel #3, peak yang lebar pada $2\theta \approx 24^\circ$ menunjukkan adanya bentuk peak silika amorf. Puncak intensitas akan meningkat seiring dengan penambahan silika, dimana kedudukan bentuk polimer sangat berpengaruh pada komposit (Farzad Zamani et al, 2014). Semakin besar variasi penambahan silika ke dalam Fe₃O₄ maka puncak pola difraksi partikel Fe₃O₄ semakin menurun. (Suryani dkk, 2015).

B. Hasil Uji FTIR

Setelah diuji XRD, hasil sintesis nanopartikel Fe₃O₄/a-SiO₂ dikarakterisasi dengan FTIR untuk mengetahui gugus-gugus fungsi dari sampel Fe₃O₄/a-SiO₂.

Tabel 2. Gugus fungsi hasil sintesis Fe₃O₄/a-SiO₂

| Peak | Bilangan gelombang (cm ⁻¹) | | | Gugus Fungsi | Referensi |
|------|--|-----------|-----------|------------------|------------------------|
| | Sampel #1 | Sampel #2 | Sampel #3 | | |
| 1 | 468 | 466 | 468 | Si-O-Si / O-Si-O | Du, G.H et al, 2006 |
| 2 | 555 | 567 | 568 | Si-O-Fe | Ahangaran et al, 2013 |
| 3 | 796 | 800 | 800 | Si-O-Si | Du, G.H et al, 2006 |
| 4 | 950 | 950 | 950 | Si-O | Ahangaran et al, 2013 |
| 5 | 1093 | 1097 | 1101 | Si-O-Si | Du, G.H et al, 2006 |
| 6 | 1647 | 1641 | 1641 | H-O-H | Abdolhamid et al, 2012 |
| 7 | 2914 | 2912 | 2891 | H-O-H | Abdolhamid et al, 2012 |
| 8 | 3443 | 3446 | 3464 | H-O-H | Abdolhamid et al, 2012 |

Dari data diatas, jika dibandingkan dengan penelitian terdahulu FTIR hasil sintesis Fe₃O₄/a-SiO₂ memiliki kesesuaian serta memiliki bilangan gelombang yang masih dalam rentang bilangan gelombang yang relevan. Dalam spektra FTIR, pada bilangan gelombang 1641-3464 cm⁻¹ merupakan

vibrasi *stretching* dan *bending* ikatan H-O-H. Pada bilangan gelombang 1097 merupakan vibrasi *antisymmetric stretch* ikatan Si-O-Si yang mengkaitkan dengan gerakan oksigen. Pada bilangan gelombang 468 cm⁻¹ adanya vibrasi *bending* ikatan Si-O-Si or O-Si-O. Sedangkan pada bilangan gelombang 796 cm⁻¹ merupakan vibrasi *symmetric stretch* ikatan Si-O-Si di dalam SiO₂. Pada bilangan gelombang 950 cm⁻¹ merupakan gugus fungsi *symmetric stretch* ikatan Si-O dan bilangan gelombang 555-568 cm⁻¹ merupakan adanya ikatan Si-O-Fe sehingga diidentifikasi adanya nanopartikel Fe₃O₄.

SIMPULAN DAN SARAN

A. SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa

1. Nanokomposit Fe₃O₄/a-SiO₂ telah dapat difabrikasi menggunakan PEG sebagai binder untuk pengikat antara partikel Fe₃O₄ dan a-SiO₂, dimana Fe₃O₄, a-SiO₂ disintesis dengan mudah menggunakan metode kopresipitasi.
2. Karakteristik nanokomposit Fe₃O₄/a-SiO₂ berdasarkan analisis struktur kristal dengan XRD dan gugus fungsi dengan FTIR membuktikan bahwa nanokomposit Fe₃O₄/a-SiO₂ telah terbentuk pola difraksi dan gugus fungsi Si-O-Fe pada bilangan gelombang 555-568 cm⁻¹.

B. SARAN

Dalam penelitian ini disarankan sebaiknya memanfaatkan bahan dari alam karena bahan alam di Indonesia sangat melimpah. Dalam proses sintesis, sebelum melakukan komposit Fe₃O₄/a-SiO₂, pastikan bahwa partikel Fe₃O₄ dan SiO₂ itu benar-benar sampel Fe₃O₄ dan SiO₂ yang berukuran nanometer. Selain itu, selama proses sintesis komposit Fe₃O₄/a-SiO₂, mencatat suhu ruang.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahangaran et al. 2013. *Surface modification of Fe₃O₄ @ SiO₂ microsphere by silane coupling agent*. Jurnal International Nano Letters.
- Alizadeh, Abdolhamid et al. 2012. *Biguanide-Functionalized Fe₃O₄/SiO₂ Magnetic Nanoparticles: An Efficient Heterogeneous Organosuperbase Catalyst for Various Organic Transformations in Aqueous Media*. Bull Korean Chem. Vol.33, No.8.

- Du, G.H. 2006. *Characterization and application of Fe_3O_4/SiO_2 nanocomposites*. J sol Gel Sci Techn 39:285-291.
- Fairus, Sirin dkk. 2009. *Proses Pembuatan Waterglass dari Pasir Silika dengan Pelebur Natrium Hidroksida*. Jurnal Teknik Kimia Indonesia Vol. 8 No. 2 Agustus 2009, 56-62.
- Liu G et al. 2011. *Synthesis and applications of fluorescent-magnetic-bifunctional dansylated $Fe_3O_4@SiO_2$ nanoparticles*. 46: 5959-5968.
- Merdekani,Sera. 2013. *Sintesis Partikel Nanokomposit Fe_3O_4/SiO_2 dengan Metode Kopresipitasi*. UNPAD.
- Suryani,dkk. 2015. *Sintesis Nanopartikel Magnetite (Fe_3O_4) dengan Template silika (SiO_2) dan Karakterisasi Sifat Kemagnetannya*. Universitas Gadjah Mada.
- Zamani, Farzad. 2014. *Polyvinyl amine coated $Fe_3O_4@SiO_2$ magnetic microspheres for Knoevenagel condensation*. Dalian Institute of Chemical Physics. Chinese academy.