



HUBUNGAN PENERAPAN KONSEP ILMU KIMIA DAN FISIKA PADA PROSES SINTESIS NANOPARTIKEL Fe_3O_4

Amanda Febriliani^{1*}, Yus Rama Denny² Ganesha Antarnusa³

^{1,2,3} Pendidikan Fisika, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Serang, Banten

*Email : amandafebriliani1802@gmail.com

Abstract. *Natural science is one of the branches of science that studies natural phenomena and life around us. The branches of science contained in this natural science include chemistry, physics, biology, geology, and astronomy. Each of these branches of science has a different scope, but overall in general, they are interrelated and complementary sciences in understanding natural phenomena. One example of the application of the interrelationship of these sciences is in the synthesis process of making Fe_3O_4 nanoparticles. In this synthesis process, the relationship between chemistry and physics is applied. The chemical concepts that occur from this synthesis are the process of chemical reactions and chemical bonds, while the concepts and physical properties that affect during the synthesis process are temperature, magnetism, and homogeneous solutions. Fe_3O_4 nanoparticles have magnetic properties that are quite strong, the synthesis method used in the manufacture of Fe_3O_4 nanoparticles is using the coprecipitation method, complemented by testing nanoparticle samples in the form of Vibrating Sample Magnetometer tests. This test, carried out to prove that there is an effect of synthesis temperature on the amount of saturation magnetization contained in Fe_3O_4 nanoparticles. The results of this study show that nanoparticles with a synthesis temperature of $60^\circ C$ have a higher saturation magnetization of 59.2 emu / gram compared to the synthesis temperature of $40^\circ C$ which is 49.5 emu / gram.*

Keywords: *Natural Science; physical chemistry; Fe_3O_4 nanoparticles.*

Abstrak. Ilmu pengetahuan alam merupakan salah satu cabang ilmu yang mempelajari mengenai fenomena – fenomena alam serta kehidupan yang ada di sekitar kita. Cabang ilmu yang terdapat pada ilmu pengetahuan alam ini diantaranya yaitu kimia, fisika, biologi, geologi, dan astronomi. Pada setiap cabang ilmu ini memiliki cakupan yang berbeda – beda, namun secara keseluruhan pada umumnya, mereka saling berkaitan serta ilmu yang saling melengkapi dalam memahami fenomena alam. Salah satu contoh penerapan dari keterkaitan ilmu – ilmu tersebut yaitu pada proses sintesis pembuatan nanopartikel Fe_3O_4 . Dalam proses sintesis ini menerapkan keterkaitan antara ilmu kimia dengan ilmu fisika. Adapun konsep kimia yang terjadi dari sintesis ini yaitu proses reaksi kimia dan ikatan kimia, sedangkan konsep dan sifat fisika yang berpengaruh selama proses sintesis yaitu suhu, kemagnetan, serta larutan yang homogen. Nanopartikel Fe_3O_4 ini memiliki sifat magnetik yang tergolong cukup kuat, Metode sintesis yang digunakan dalam pembuatan nanopartikel Fe_3O_4 ini yaitu menggunakan metode kopresipitasi, dilengkapi dengan pengujian sampel nanopartikel yaitu berupa uji *Vibrating Sample Magnetometer*. Pengujian ini, dilakukan untuk membuktikan bahwa adanya pengaruh suhu sintesis terhadap besar magnetisasi saturasi yang terkandung dalam nanopartikel Fe_3O_4 . Hasil dari penelitian ini yaitu terlihat bahwa pada nanopartikel dengan suhu sintesis $60^\circ C$ memiliki magnetisasi saturasi lebih tinggi yaitu 59,2 emu/gram dibandingkan dengan suhu sintesis $40^\circ C$ yaitu sebesar 49,5 emu/g

Kata Kunci: Ilmu Pengetahuan Alam ; kimia fisika ; nanopartikel Fe_3O_4 .

PENDAHULUAN

Dalam dunia Pendidikan, siswa maupun mahasiswa telah mempelajari ilmu pengetahuan alam atau dapat kita sebut dengan ilmu sains. Ilmu pengetahuan alam merupakan salah satu cabang ilmu pengetahuan sistematis yang berawal dari suatu fenomena gejala – gejala alam serta ilmu yang bersifat kebendaan dan didasarkan pada hasil pengamatan. (Ii & Pustaka, 2014). Di dalam kehidupan sehari-hari juga,

Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) sangat diperlukan untuk memenuhi kebutuhan manusia melalui pemecahan suatu permasalahan yang berkaitan dengan rasa ingin tahu tentang alam secara sistematis. Rasa ingin tahu ini dapat berupa pengumpulan fakta-fakta, konsep-konsep, serta suatu proses penemuan yang dilakukan. Ilmu pengetahuan alam juga dapat menjadi wahana dan sarana ilmu bagi peserta didik dalam mempelajari tentang kehidupan serta alam yang ada di sekitarnya. (Herawati, 2018).

Ilmu Pengetahuan Alam ini dapat meliputi ilmu biologi, kimia, fisika, geologi, dan astronomi. Dimana pada cabang ilmu tersebut dapat berkaitan satu dengan yang lain. Salah satu contohnya yaitu pada ilmu Kimia Fisik, dalam ilmu ini merupakan gabungan antara ilmu kimia dengan fisika yang mempelajari berbagai fenomena berupa mikroskopik, makroskopik, atom, sub-atom dan partikel dalam sistem serta mempelajari proses kimia berdasarkan prinsip dan konsep pada fisika. Ilmu kimia fisik ini telah banyak digunakan untuk melakukan berbagai penelitian oleh para peneliti. Seperti pada bidang penelitian material, elektrokimia, teknik kimia, ilmu lingkungan, dan penelitiannya lainnya.

Nanopartikel magnetit (Fe_3O_4) merupakan salah satu hasil dari penelitian dalam bidang material yang menggunakan beberapa konsep seperti ilmu kimia, fisika. Nanopartikel Fe_3O_4 memiliki sifat kimia seperti laju reaksi, ikatan kimia, dan stabilitas dalam reaksi kimia. (Lubis, 2022). Sedangkan Sifat fisika yang terdapat pada nanopartikel Fe_3O_4 yaitu dapat meliputi sifat mekanik, optik, magnetik, elektromagnetik, akustik, dan termodinamik (I Putu Tedy Indrayana, 2019). Nanopartikel Fe_3O_4 ini dapat dibuat dengan menggunakan beberapa metode sintesis seperti metode kopresipitasi, sol-gel, solid state, Hidrotermal, aerosol dan elektrokimia. (Sari, 2020).

Nanopartikel Fe_3O_4 merupakan salah satu material yang banyak dikembangkan oleh para peneliti, hal ini disebabkan nanopartikel ini dapat memberikan manfaat yang baik serta memiliki peran aplikasi yang luas dalam berbagai bidang. (Adhim, 2018). Beberapa contoh pengaplikasian dari penelitian nanopartikel Fe_3O_4 ini yaitu untuk terapi kanker (Włodarczyk et al., 2022), digunakan untuk sensor giant magnetoresistance (GMR) dalam aplikasi deteksi biologis (Antarnusa et al., 2022), dan masih banyak pengaplikasian dari nanopartikel ini.

Berkenaan dengan pengaplikasian dari nanopartikel Fe_3O_4 , perlu untuk mengkaji terlebih dahulu tentang bagaimana hubungan konsep ilmu yang digunakan dari proses pembuatan nanopartikel Fe_3O_4 . Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu, untuk mendeskripsikan bahwa konsep – konsep dari ilmu kimia dan fisika yang telah dipelajari oleh para pelajar dapat saling berkaitan. Dengan harapan para pelajar memiliki keinginan menjadi peneliti muda, untuk belajar mengkaji dan meneliti lebih jauh mengenai berbagai fenomena alam yang ada di sekitarnya.

METODE

Metode yang di gunakan dalam penelitian ini yaitu metode kuantitatif berupa *true eksperimen* dan penelitian ini dilakukan di Laboratorium Sains dan Pendidikan Fisika Untirta. Eksperimen dilakukan dengan menggunakan proses sintesis kopresipitasi pada nanopartikel Fe_3O_4 , yaitu dengan mencampurkan reaksi $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dan $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ dengan perbandingan 2 : 1. Kedua senyawa tersebut masing-masing dilarutkan dalam 7,5 mL aquades,. Kemudian kedua larutan ini disatukan, dan dititrasi dengan 30 ml larutan NH_4OH 10% dan diaduk dengan menggunakan *magnetic stirrer* selama 90 menit. Proses sintesis Fe_3O_4 ini dilakukan sebanyak 2 kali, yaitu dengan memvariasikan suhu sintesis sebesar 40°C dan 60°C . Perbedaan besar suhu sintesis ini dilakukan saat proses titrasi selama 90 menit, dengan kecepatan adukan 600 rpm. Selanjutnya, untuk menghilangkan aroma dari NH_4OH

yaitu dengan dicuci menggunakan 250ml aquades sebanyak 7 kali pencucian. Selama proses pencucian dibutuhkan medan magnet eksternal (magnet permanen) untuk membantu proses pengendapan pada sampel. Setelah pencucian, endapan sampel dikeringkan menggunakan *hot plate* dengan mengatur suhu pengeringan sebesar 100°C selama 120 menit. Endapan yang telah kering kemudian digerus sampai halus dengan menggunakan mortar dan alu sehingga menghasilkan serbuk Fe_3O_4 .

Hasil data didapatkan dari sampel hasil sintesis yang telah dilakukan, dari hasil ini dapat mengidentifikasi hubungan antara konsep ilmu kimia yang saling berkaitan dengan konsep ilmu fisika. Sampel yang telah berhasil disintesis akan diuji dengan menggunakan uji karaktersiasi VSM (*Vibrating Sample Magnetometer*) yang berfungsi mengetahui perbedaan besar magnetisasi saturasi pada kedua sampel. Dari uji VSM ini juga akan diketahui pengaruh dari perbedaan besar suhu saat proses sintesis. Teknik pengumpulan data juga dilakukan dengan studi pustaka untuk menjelaskan konsep – konsep dari ilmu kimia dan fisika yang terjadi pada sampel tersebut.

HASIL PENELITIAN



Gambar 1. Proses Pencucian dan pengendapan

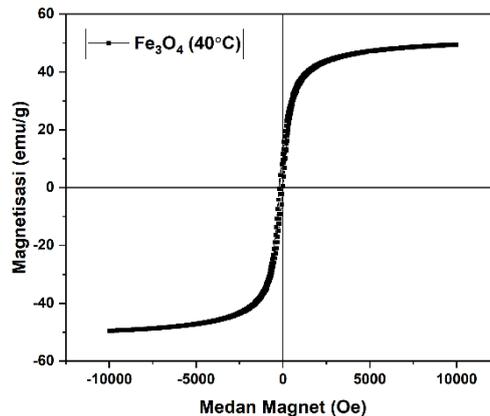
Nanopartikel Fe_3O_4 dengan menggunakan Magnetic Bar

Hasil dari proses pencucian dan pengendapan ini dapat menunjukkan bahwa sampel bersifat magnetik, hal tersebut dilihat dari hasil endapan nanopartikel Fe_3O_4 yang dapat tertarik sepenuhnya oleh *magnetic bar* sehingga membuat aquades pada bagian atas endapan menjadi jernih dan bersih. Setelah proses ini, sampel dikeringkan dan sampel yang sudah kering di gerus hingga halus.



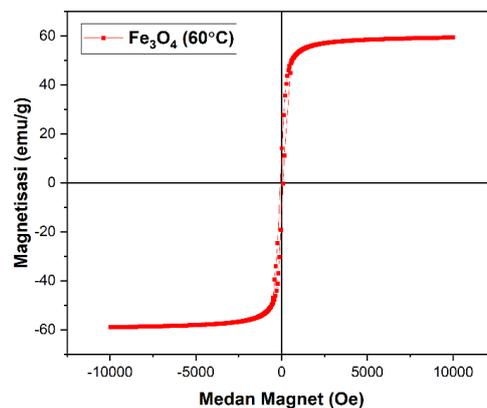
Gambar 2. Hasil Sintesis Nanopartikel Fe₃O₄

Hasil akhir dari proses sintesis ini terlihat bahwa sampel Fe₃O₄ memiliki warna hitam pekat dan berbentuk serbuk yang halus. Serbuk nanopartikel Fe₃O₄ ini memiliki sifat magnetik yang tergolong cukup kuat sehingga dapat tertarik saat diberi medan magnet eksternal. Besar magnetisasi saturasi pada Fe₃O₄ berbeda – beda tergantung pada variasi yang diberikan saat proses sintesis, nilai magnetisasi saturasi ini dapat diperoleh dari hasil pengolahan data setelah dilakukan pengujian karakterisasi VSM pada sampel. Seperti percobaan sintesis kali ini, diberikan variasi berupa perbedaan suhu saat proses sintesis pada kedua sampel. Hasil dari pengaruh perbedaan suhu yang terjadi pada sampel dapat dilihat pada gambar kurva histeris di bawah ini :



Gambar 3. Kurva Histeris Fe₃O₄ Suhu Sintesis 40 ° C

Hasil besar Magnetiasi saturasi dari hasil uji karakterisasi VSM pada kedua sampel ini telah diolah dengan menggunakan *software* Ms. Excel dan *origin 2021*. Pada kurva histeris yang terdapat dalam gambar 3, menunjukkan bahwa sampel nanopartikel Fe₃O₄ yang disintesis dengan suhu 40 ° C memiliki magnetisasi saturasi sebesar 49,5 emu/g.



Gambar 4. Kurva Histeris Fe₃O₄ Suhu Sintesis 60 ° C

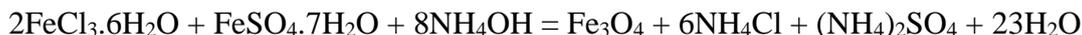
Sedangkan pada gambar 3 terlihat bahwa kurva histeris nanopartikel Fe₃O₄ yang disintesis dengan menggunakan suhu sintesis 60 ° C mengalami peningkatan. Sehingga besar nilai magnetisasi saturasi yang dimiliki oleh nanopartikel ini yaitu sebesar 59,2 emu/g.

PEMBAHASAN

Percampuran larutan senyawa kimia yang digunakan dalam proses pembuatan nanopartikel Fe₃O₄, dengan menggunakan metode sintesis kopresipitasi akan terjadi suatu peristiwa berupa reaksi kimia. Peristiwa Reaksi kimia ini merupakan suatu proses dimana zat

baru (produk) dapat terbentuk dari sejumlah zat asal (reaktan). Reaksi kimia yang terjadi dapat dilihat dengan sederhana dari adanya perubahan warna larutan, terbentuknya gas atau endapan, serta adanya pelepasan atau penyerapan panas yang terjadi. (Rahayu & Yusuf, 2019).

Produk zat baru yang dihasilkan dari proses reaksi kimia ini, dapat terlebih dahulu dinyatakan dengan sebuah persamaan reaksi dari reaktan - reaktan yang akan digunakan. Berikut salah satu bentuk persamaan reaksi kimia dari proses pembuatan nanopartikel magnetit (Fe_3O_4) :



Dari bentuk persamaan reaksi kimia tersebut, dapat diartikan bahwa pencampuran reaktan besi(III) klorida heksahidrat, dan besi(II) sulfat heptahidrat yang kemudian diendapkan dengan amonium hidroksida bersifat basa akan menghasilkan suatu produk berupa besi oksida (magnetit). Produk ini memiliki struktur berupa campuran dari besi(II) dan besi(III) yang memiliki sifat dari ilmu fisika yaitu sifat magnetik. Selain itu, dari reaksi kimia tersebut juga menghasilkan produk berupa molekul air yang terlibat dalam reaksi.

Dalam proses pembuatan nanopartikel magnetit ini tidak akan terbentuk sempurna seluruhnya berupa produk Fe_3O_4 , melainkan akan terbentuk fasa baru berupa Fe_2O_3 (hematit). Fasa hematit merupakan bentuk senyawa dari besi(III) oksida yang memiliki sifat magnetik yang tergolong lemah. Pembentukan fasa baru ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya yaitu disebabkan oleh suhu reaksi, adanya oksigen bebas, kondisi pH larutan, adanya senyawa pengotor, dan lain – lain. Oleh sebab itu, pada proses pembuatan nanopartikel Fe_3O_4 yang melibatkan dua besar suhu sintesis yang berbeda akan menghasilkan besar magnetisasi yang berbeda pula pada kedua sampel tersebut.

Besar hasil magnetisasi pada kedua sampel nanopartikel ini dapat dibuktikan dengan menggunakan uji VSM, seperti pada gambar kurva histeris yang telah tertera pada gambar 3 dan 4 di point hasil penelitian. Dari hasil uji VSM ini, terlihat bahwa pada suhu sintesis 60°C memiliki kurva histeris yang lebih tinggi yaitu sebesar 59,2 emu/g dibandingkan dengan suhu sintesis 40°C yang hanya 49,5 emu/g. Hal ini, terbukti bahwa perbedaan suhu dalam proses sintesis nanopartikel magnetit akan menyebabkan perbedaan besar magnetisasi yang terkandung pada kedua sampel tersebut.

SIMPULAN

Dari hasil Penelitian ini dapat menjelaskan bahwa proses pembuatan nanopartikel Fe_3O_4 ini dapat memberikan referensi sebagai salah satu penerapan hubungan dari konsep – konsep beserta sifat dari ilmu kimia dan fisika yang saling berkaitan. Hubungan dari kedua ilmu tersebut diantaranya yaitu seperti ikatan kimia, stabilitas dalam reaksi kimia, suhu, dan sifat kemagnetan. Penerapan ini dapat disampaikan oleh para pendidik kepada peserta didik yang telah dipelajari dalam bidang ilmu pengetahuan alam. Penelitian ini juga dapat bermanfaat bagi para mahasiswa, sebagai sumber referensi untuk melakukan percobaan sintesis dalam pembuatan nanopartikel Fe_3O_4 dengan menggunakan metode sintesis kopresipitasi.

DAFTAR RUJUKAN

- Adhim, M. S. (2018). Sintesis Nanopartikel Fe_3O_4 (Magnetit) dari Batu Besi Menggunakan Metode Kopresipitasi dengan Variasi PH. *Skripsi*, 4, 1–59.
- Antarnusa, G., Esmawan, A., Dwi Jayanti, P., Rizki Fitriani, S., Suherman, A., Kinarya Palupi, E., Umam, R., & Ardimas. (2022). Synthesis of Fe_3O_4 at different reaction temperatures and investigation of its magnetic properties on giant magnetoresistance (GMR) sensors for bio-detection applications. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 563(May), 169903. <https://doi.org/10.1016/j.jmmm.2022.169903>
- Herawati. (2018). Upaya Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Dalam Memahami Berbagai Sifat pada Perubahan Fisika dan Kimia dengan Metode Eksperimen (PTK di Kelas VII-D SMP 4

- Tasikmalaya). *Jurnal Wahana Pendidikan*, 5, 1–6.
- I Putu Tedy Indrayana. (2019). Review Fe₃O₄ Dari Pasir Besi : Sintesis, Karakterisasi, dan Fungsionalisasi Hingga Aplikasinya Dalam Bidang Nanoteknologi Maju. *Jurnal UNIERA*, 8(2), 65–75.
- Ii, B. A. B., & Pustaka, K. (2014). *Pengertiann Ipa 1*. 9–39.
- Lubis, H. (2022). Perbandingan Karakterisasi Morfologi Fe₃O₄ terhadap Fe₃O₄ Merck melalui Metode Kopresipitasi. *Juripol*, 5(2), 458–463. <https://doi.org/10.33395/juripol.v5i2.11775>
- Rahayu, N., & Yusuf, D. (2019). Reaksi kimia. *Jurnal Kimia Dasar "Reaksi Kimia,"* 1.
- Sari, S. R. T. S. dan E. S. (2020). *Info artikel 196*. 1(3), 196–206.
- Włodarczyk, A., Gorgoń, S., Radoń, A., & Bajdak-Rusinek, K. (2022). Magnetite Nanoparticles in Magnetic Hyperthermia and Cancer Therapies: Challenges and Perspectives. *Nanomaterials*, 12(11), 1–23. <https://doi.org/10.3390/nano12111807>