

Fabrikasi dan Karakterisasi Sifat Optik Nanopartikel Magnetit Fe_3O_4 Berdasarkan Pasir Besi

Fina Panduwinata¹, Lufsyi Mahmudin¹, Iqbal¹

¹Jurusan Fisika Fakultas FMIPA Universitas Tadulako

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang fabrikasi dan karakterisasi sifat optik nanopartikel magnetit Fe_3O_4 berbasis pasir besi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui ukuran dan struktur morfologi, serta sifat optik nanopartikel magnetit. Dalam penelitian ini, nanopartikel magnetit disintesis menggunakan metode kopresipitasi dan dikarakterisasi dengan XRD, TEM, dan UV-Vis untuk mengetahui struktur, morfologi dan sifat optik (absorpsi) dari nanopartikel magnetit. Hasil analisis menggunakan XRD menunjukkan bahwa pasir besi mengandung senyawa Fe_3O_4 sebanyak 51,5%. Hasil uji ukur morfologi dengan TEM menunjukkan distribusi ukuran partikel dalam orde nanometer yaitu rata-rata ($2,21 \pm 0,47$ nm). Berdasarkan hasil analisis UV-Vis diperoleh bahwa nanopartikel magnetit Fe_3O_4 memiliki 2 puncak serapan yang tidak jauh berbeda antara sampel A ($100^\circ C$) dan sampel B ($120^\circ C$). Munculnya 2 puncak dikarenakan nanopartikel magnetit saling melekat menyebabkan elektron konduksi pada setiap permukaan partikel tidak tetap posisinya pada 1 atom. Berdasarkan hasil penelitian nanopartikel magnetit memiliki puncak serapan yang stabil pada panjang gelombang 230-400 nm. Hasil ini sesuai dengan penelitian sebelumnya, dimana puncak serapan nanopartikel magnetit berada pada rentang panjang gelombang 200-500 nm.

Kata kunci: Pasir Besi, dan Nanopartikel Magnetit Fe_3O_4

ABSTRACT

Research has been carried out on fabrication and characterization of the optical properties of iron sand-based Fe_3O_4 magnetite nanoparticles. The purpose of this study was to determine the size and structure of morphology, as well as the optical properties of magnetite nanoparticles. In this study, magnetite nanoparticles were synthesized using the coprecipitation method and were characterized by XRD, TEM, and UV-Vis. To determine the structure, morphology and optical properties (absorption) of magnetite nanoparticles. The results of the analysis using XRD showed that iron sand contained Fe_3O_4 as much as 51.5%. The results of morphological measurements with TEM show particle size distribution in the order of nanometers which is the average (2.21 ± 0.47 nm). Based on the results of the UV-Vis analysis, it was found that magnetite nanoparticles Fe_3O_4 had 2 absorption peaks that were not much different between sample A ($100^\circ C$) and sample B ($120^\circ C$). The appearance of 2 peaks is due to the magnetite nanoparticles adhering to each other causing the electron conduction on each surface of the particle to remain in position on 1 atom. Based on the results of research on magnetite nanoparticles having stable absorption peaks at wavelengths of 230-400 nm. These results are in accordance with previous studies, where the peak absorption of magnetite nanoparticles is in the wavelength range of 200-500 nm.

Keywords: Iron Sand, and Magnetite Nanoparticles Fe_3O_4 .

I. PENDAHULUAN

Pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dari tahun ke tahun terus meningkat, sehingga sudah menjadi tugas para peneliti untuk mengeksplorasi sumber daya alam agar dapat dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari. Berkembangnya teknologi penambangan dan pengolahan, serta peningkatan kebutuhan, maka pemerintah melarang untuk mengeksplor produk mineral termasuk pasir besi dalam bentuk mentah, dan diwajibkan untuk diolah dalam negeri untuk meningkatkan nilai tambah mineral. Salah satu pengembangan ilmu pengetahuan yaitu memanfaatkan kekayaan sumber daya alam seperti pasir besi.

Pasir besi merupakan pasir yang mengandung partikel besi, dan terbentuk karena proses penghancuran oleh cuaca, air permukaan, dan gelombang terhadap batuan asal yang mengandung mineral besi seperti magnetit, dan oksida besi. Kemudian terakumulasi serta tercuci oleh gelombang air laut (Ostman, 2014). Pasir besi yang terdapat di pesisir pantai barat Kabupaten Donggala, akan dikembangkan menjadi bahan pembuatan nanopartikel magnetit sehingga dapat diaplikasikan berdasarkan kemampuan absorpsi dan ukuran yang dihasilkan.

Nanopartikel memiliki ukuran antara 1-100 nanometer (nm), serta mempunyai beberapa sifat fisika dan kimia yang lebih unggul dibandingkan dengan material yang berukuran besar (*bulk*) (Siagian, 2014). Sehingga, apabila ukuran dari nanopartikel magnetit kurang dari 100 nm, maka dapat dimanfaatkan dalam industri keramik, katalis, *energy storage*, *magnetic data storage*, ferofluida, *absorbent*, serta biomedis dan lain-lain (Hasanah, 2012).

Pengembangan nanopartikel magnetit Fe_3O_4 memanfaatkan bahan yang berasal dari alam selain melimpah luas di pesisir pantai barat, bahan yang berasal dari alam dapat meningkatkan nilai tambah mineral yang berasal dari daerah tersebut. Sehingga, untuk mendapatkannya tidak memerlukan banyak biaya, meskipun dalam pembuatan nanopartikel magnetit Fe_3O_4 perlu melakukan pemisahan senyawa Fe_3O_4 terlebih dahulu. Metode yang digunakan dalam pembuatan nanopartikel magnetit Fe_3O_4 , adalah kopresipitasi. Metode kopresipitasi merupakan salah satu metode yang sangat mudah, serta dapat membentuk nanopartikel dengan cara pengendapan. Adapun prosesnya melibatkan kontrol pH, temperatur, dan kecepatan pengadukan. Kelebihan dari metode ini yaitu prosesnya sederhana dan murah dalam biaya operasional, sehingga baik

dalam pembuatan nanopartikel (Risidiana, 2017).

Berikut beberapa penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan metode kopresipitasi, serta karakterisasi sifat optik dan morfologi partikel. Pertama, penelitian yang dilakukan oleh Risidiana (2017), dimana nanopartikel magnetit Fe_3O_4 telah berhasil di sintesis menggunakan metode kopresipitasi dengan menggunakan prekursor *Ferrous Chloride Tetrahydrate* ($\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) dan *Ferric Chloride Anhydrous* ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) dengan perbandingan ion *ferrous* dan ion *ferric* 1:2 morfologi partikel dari sampel dikarakterisasi menggunakan *Transmission Electron Microscope* (TEM) memperoleh partikel berbentuk bulat dengan ukuran rata-rata berkisar 10 nm (Risidiana, 2017). Kedua penelitian yang dilakukan oleh Sunaryono (2018), dimana nanopartikel hidroksiapatit/magnetit di sintesis menggunakan metode pengendapan dan dikarakterisasi menggunakan XRD, SEM-EDAX, FTIR, dan spektrometer UV-Vis telah berhasil dikarenakan memiliki ukuran partikelnya rata-rata sekitar 10nm sedangkan energi gap yang dihasilkan sebesar 3,8 eV yang berada dalam rentang energi gap hidroksiapatit dan magnetit (Sunaryo, 2018).

Berdasarkan dari beberapa penelitian di atas, dengan melihat sifat optik dari nanopartikel magnetit, maka akan diketahui ukuran serta kemampuannya dalam menyerap elektron. Sehingga dapat diaplikasikan berdasarkan ukuran serta kemampuannya, untuk itu maka akan dilakukan penelitian kembali dengan menggunakan metode yang sama yaitu metode kopresipitasi dan bahan yang berasal dari pesisir pantai barat dengan melakukan beberapa karakterisasi yaitu XRD, TEM dan UV-Vis untuk melihat struktur, morfologi dan sifat optik dari nanopartikel magnetit Fe_3O_4 .

II. Metode Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah Pasir besi yang berasal dari Pantai Barat Kabupaten Donggala, HCL (12 M, 1 M dan 3 M), NH_4OH (6,4 M), dan Aquades. Tahap pembuatan nanopartikel magnetit Fe_3O_4 adalah sebagai berikut.

Preparasi Pasir Besi

pemisahan pasir yang berasal dari pantai barat Kabupaten Donggala, sebanyak setengah botol Aqua yang masih bercampur dengan besi, menggunakan magnet secara berulang-ulang. Kemudian, mengayak hasil pemisahan menggunakan ayakan 250 Mikrometer, setelah itu menggerus hasil ayakan menggunakan alat mortar porselin.

Fabrikasi Nanopartikel Magnetit Fe₃O₄

Penelitian ini dilakukan menggunakan metode kopresipitasi yaitu dengan cara melarutkan pasir yang telah selesai digerus sebanyak 8,34 gr menggunakan HCl (12 M) sebanyak 41,7 ml, lalu diaduk sambil dipanaskan sampai suhunya mencapai 70°C. kemudian, hasil pelarutan disaring menggunakan kertas saring. Larutan yang lolos saring ditambahkan NH₄OH sebanyak 62,55 ml kemudian diaduk dan dipanaskan sampai suhunya mencapai 70°C. setelah itu, diamkan hingga terbentuk endapan didasar gelas kimia. kemudian setelah terbentuk endapan, langkah selanjutnya yaitu memisahkan pengotor dari endapannya dengan cara mencucinya secara berulang-ulang menggunakan aquades. Setelah itu, endapan yang terbentuk, dikalsinasi menggunakan oven (furnace) dengan pemanasan 100°C selama 2 jam.



Gambar 2 Hasil pemanasan menggunakan oven
(Furnace)

Karakterisasi Sampel

X-Ray Diffraction (XRD)

Pasir besi yang telah selesai digerus dan belum tercampur dengan zat kimia, pada karakterisasi ini dilakukan untuk mengetahui senyawa Fe₃O₄ pada pasir agar dapat dilakukan sintesis nanopartikel magnetit menggunakan metode kopresipitasi.

Transmission Electron Microscope (TEM)

Sampel nanopartikel magnetit yang telah selesai disintesis, kemudian dikarakterisasi menggunakan alat TEM untuk menentukan struktur morfologinya.

Spektrofotometri UV-Vis

Sampel nanopartikel magnetit yang telah selesai disintesis kemudian dilakukan karakterisasi menggunakan alat spektrofotometri UV-Vis, hal ini untuk mengetahui sifat optik dari nanopartikel magnetit dengan menggunakan panjang gelombang 200-500nm.

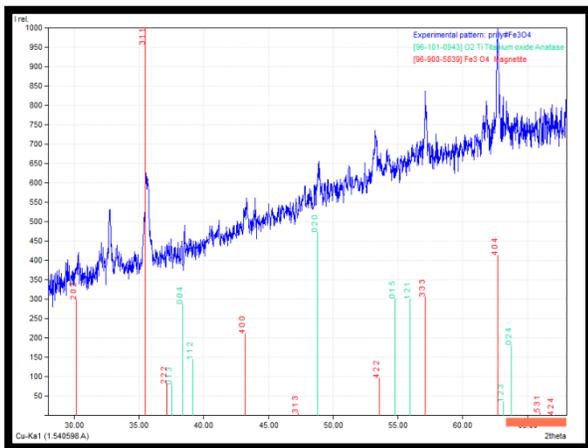
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

X-Ray Diffraction (XRD)

Pada penelitian ini, dilakukan pengukuran fase, parameter kisi dan ukuran kristal dari serbuk besi menggunakan alat *X-Ray Diffractometer* (XRD). Pasir besi yang digunakan dalam pembuatan nanopartikel magnetit Fe₃O₄ berasal dari pesisir pantai barat. Pasir besi yang telah

selesai dipisahkan dari pengotornya, kemudian digerus hingga menjadi serbuk yang halus.

Hasil dari pengukuran menggunakan alat karakterisasi ini, dapat dilihat pada Gambar 3:



Gambar 3 Difaktogram difraksi sinar-X magnetit Fe₃O₄

Hasil karakterisasi XRD di atas menunjukkan adanya pola-pola difraksi Fe₃O₄ yang ditandai dengan munculnya puncak-puncak indeks dengan intensitas yang kuat, dan terjadi pada daerah 2θ. Hal ini terbukti dari kemunculan puncak-puncak difraksi dengan indeks miller (202), (222), (400), (313), (422), (333), (404), (531), dan (424) dimana puncak ini merupakan indeks khas struktur kubik. Berdasarkan hasil karakterisasi, bubuk pasir besi memiliki senyawa Fe₃O₄, sehingga pasir besi tersebut dapat dijadikan bahan utama dalam pembuatan nanopartikel magnetit.

Sintesis Nanopartikel Magnetit Fe₃O₄



(a)



(b)



(c)

Gambar 4 Hasil sintesis nanopartikel magnetit Fe₃O₄

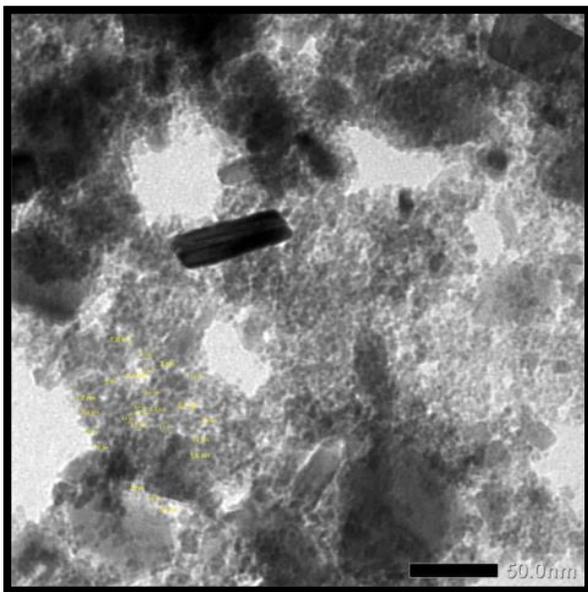
secara umum terbentuknya nanopartikel bukan hanya pada pengendapan saja, akan tetapi juga dapat dilihat dari perubahan warna (Sulfikar, 2014), berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pengenceran serbuk dilakukan sebanyak 3x, sehingga larutan yang telah encer berubah dari warna coklat (keruh) menjadi kuning muda (hampir bening), Perubahan

warna larutan nanopartikel magnetit ini terjadi dikarenakan terjadinya reaksi antara HCl dengan ion Fe_3O_4 yang ada pada larutan dalam proses pengenceran.

Karakterisasi Nanopartikel Magnetit Fe_3O_4

1. Struktur morfologi nanopartikel magnetit menggunakan alat TEM

Struktur morfologi permukaan nanopartikel magnetit dapat diamati menggunakan alat *Transmission Electron Microscope* (TEM).



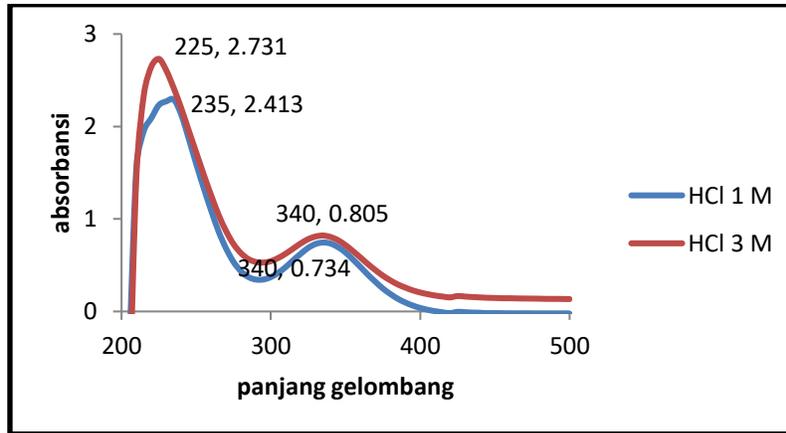
Gambar 5 Hasil karakterisasi TEM dengan perbesaran 50 nm

Hasil pengukuran mendapatkan ukuran partikel memiliki diameter rata-rata 2,21 nm, dimana merupakan ukuran yang sangat kecil. Bentuknya pun berbeda-beda, berdasarkan

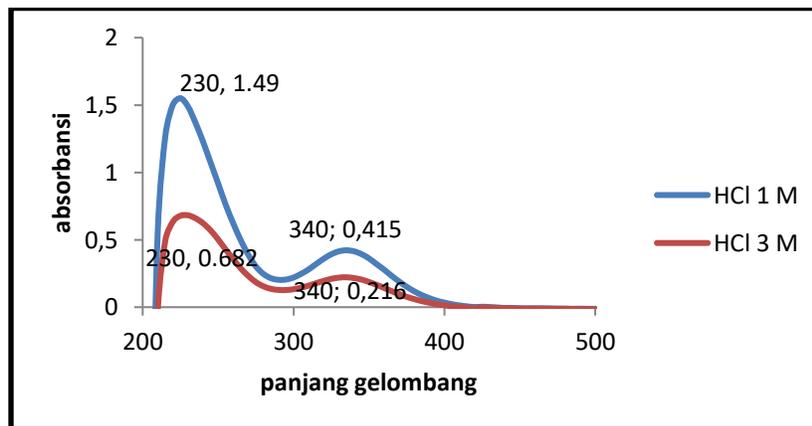
ukuran *bulk* nya nanopartikel magnetit memiliki aplikasi yang sangat luas. Dari hasil yang didapatkan, nanopartikel berukuran dibawah dari 20 nm, dapat di aplikasikan untuk kebutuhan biomedis, hal ini dikarenakan kemampuannya untuk mempengaruhi nilai relaksasi proton pada air. Nilai relaksasi yang dimaksud dapat menurunkan intensitas sinyal dari pengaruh penggelapan pada *Magnetic Resonance Imaging* (IMR) sehingga dapat menghasilkan citra yang lebih jelas.

2. Sifat Optik nanopartikel magnetit Fe_3O_4

Pengukuran sifat optik dilakukan menggunakan alat UV-Vis dengan panjang gelombang 200-500 nm, pengukuran ini dilakukan untuk melihat absorbansi dari larutan yang terbentuk, dimana absorbansi merupakan banyaknya cahaya yang diserap oleh partikel dalam larutan. Pelarut yang digunakan untuk melarutkan serbuk nanopartikel magnetit (HCl 3 M dan HCl 1 M) diukur menggunakan alat UV-Vis dengan panjang gelombang 200-500 nm, setelah itu melakukan pengukuran sampel larutan nanopartikel magnetit dengan panjang gelombang yang sama.



Gambar 6 Hasil karakterisasi UV-Vis sampel A dengan Tsampel = 100°C



Gambar 7 Hasil karakterisasi UV-Vis sampel B dengan Tsampel = 120°C

Gambar 6 dan 7 memperlihatkan bahwa nanopartikel magnetit memiliki dua puncak gelombang dengan nilai absorbansi yang berbeda. Absorbansi menandakan banyaknya jumlah partikel yang terbentuk, sedangkan panjang gelombang merupakan ukuran nanopartikel yang terbentuk (Maming, 2015). Berdasarkan hasil penelitian, munculnya dua puncak gelombang pada spektrum hasil karakterisasi menggunakan alat UV-Vis untuk

nanopartikel magnetit, disebabkan karena adanya perbedaan tingkat energi yang diperlukan untuk bertransisi dari σ ke π^* , sehingga untuk bertransisi memerlukan tingkat energi yang berbeda (Suhartati, 2017).

Jika nanopartikel magnetit saling melekat, elektron konduksi pada setiap permukaan partikel tidak tetap posisinya pada 1 atom, tetapi berpindah-pindah dari 1 atom ke atom

lain (Sulfikar, 2018). Sehingga resonansi plasmon permukaan bergeser ke energi yang lebih rendah, menyebabkan puncak absorpsi bergeser ke panjang gelombang yang lebih panjang, yaitu pada wilayah (>300 nm), dimana hal ini biasanya disebut dengan efek batokromik atau pergeseran batokromik.

Berdasarkan Gambar 6 untuk sampel A ($T_{\text{sampel}} = 100^{\circ}\text{C}$) dengan menggunakan HCl yang berbeda yaitu HCl (1M dan 3M), didapatkan terjadinya perbedaan puncak serapan. Pada sampel yang menggunakan HCl (1 M), puncak pertama menghasilkan serapan sebesar 2,413 pada $\lambda = 235$ nm, dimana pada tingkatan ini nanopartikel berada pada tingkatan energi yang tinggi yaitu tingkat eksitasi. Pada senyawa dalam tingkat tereksitasi ini tidak mengadakan interaksi, akan tetapi karena pelarut yang digunakan bersifat polar maka molekul yang tereksitasi akan berinteraksi dengan pelarut polar sehingga mengakibatkan tingkat energi tereksitasi turun dengan panjang gelombang yang lebih besar, kemudian pada puncak kedua menghasilkan serapan sebesar 0.734 pada $\lambda = 340$ nm. Untuk Sampel yang menggunakan HCl (3M), puncak serapan berada pada $\lambda = 225$ nm dimana mampu menyerap sebesar 2,731 kemudian

menyerap kembali pada $\lambda = 340$ sebesar 0,805.

Berdasarkan Gambar 7 untuk sampel B ($T_{\text{sampel}} = 120^{\circ}\text{C}$) dengan menggunakan HCl (1 M) puncak serapan pertama berada pada $\lambda = 230$ nm mampu menyerap sebesar 1,49 kemudian pada puncak kedua $\lambda = 340$ nm sebesar 0.415. Pada sampel ini terjadi penurunan absorpsi dikarenakan perbedaan suhu pembakaran sampel, pada puncak kedua nanopartikel magnetit mampu menyerap pada $\lambda = 340$ nm sebesar 0,415. Sedangkan pada sampel yang menggunakan HCl (3 M) nanopartikel magnetit dipuncak pertama mampu menyerap sebesar 0.682, kemudian kembali menyerap pada $\lambda = 340$ nm sebesar 0.216. Pada sampel B ini, tidak terjadi pergeseran panjang gelombang, akan tetapi terjadi penurunan absorpsi dikarenakan adanya perbedaan tingkat energi.

Berdasarkan hasil yang didapatkan nanopartikel magnetit memiliki puncak serapan yang stabil berada pada $\lambda = 230$ - 400 nm, sedang berdasarkan ukurannya, nanopartikel memiliki ukuran dan bentuk yang sangat kecil dimana akan memberikan respon yang lebih cepat Sehingga baik dalam pembuatan biosensor SPR memiliki

respon magnetik yang lebih tinggi serta berpotensi memiliki dispersibilitas yang tinggi.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan memperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Diperoleh ukuran nanopartikel magnetit berdasarkan proses pengendapan dan lamanya pemanasan rata-rata $2,21 \pm 0,47$ nm. Dimana untuk menentukan ukuran rata-rata nanopartikel magnetit dilakukan pengukuran butiran pada 25 partikel yang di ukur secara acak. Setiap butirannya diukur sebanyak tiga kali pengulangan sehingga berdasarkan hasil pengukuran didapatkan ukuran nanopartikel magnetit yang berbeda-beda (tidak seragam).
2. Struktur morfologi nanopartikel magnetit Fe_3O_4 cenderung teraglomerasi dari bentuk yang kecil hingga yang lebih besar, serta terlihat sangat rapat antar satu partikel dengan partikel lainnya. Sedangkan, jika dilihat berdasarkan sifat optiknya nanopartikel magnetit Fe_3O_4 memiliki kestabilan yang baik terhadap elektron, hal ini dapat dilihat dari nilai panjang gelombang dan puncak serapan

yang tidak jauh berbeda antara sampel A ($100^\circ C$) dan sampel B ($120^\circ C$).

Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, penulis mengharapkan agar selanjutnya dapat memahami metode dalam mensintesis nanopartikel magnetite Fe_3O_4 .

DAFTAR PUSTAKA

- Hasanah. Aso Putri Inayatul, Astuti. 2012. *Pengaruh Waktu pemanasan Terhadap Sintesis Nanopartikel Fe_3O_4* . Jurusan Fisika FMIPA: Universitas Andalas.
- Maming, M. Zakir, Miska Sanda Lembang. 2015. *Sintesis Nanopartikel Emas dengan Metode Reduksi menggunakan Bioreduktor Ekstrak Daun Ketapang (Terminalia Catappa)*. Makassar: Jurusan Kimia, Universitas Hasanudin
- Ostman, irfan. dkk. (2014). *Pasir Besi Di Indonesia Geologi, Eksplorasi dan Pemanfaatannya*. Bandung: Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral
- Risdiana, B. Permana, T. Saragi, M. Saputri, L. Safriani, I. Rahayu. *Sintesis Nanopartikel Magnetik dengan Metode Kopersipitasi*. Jatinangor, Sumedang: Prodi Fisika FMIPA Universitas Padjadjaran
- Suharyadi, Edi., Agung, Hermawan., Deska Lesmawenning. 2012. *Sintesis Nanopartikel Magnesium Ferrite ($MgFe_2O_4$) dengan Metode*

Kopresipitasi dan Karakterisasi Sifat Kemagnetannya. Yogyakarta: Jurusan Fisika FMIPA Gadjah Mada Yogyakarta

Suhartati, Tati. 2017. *Dasar-Dasar spektrofotometri UV-Vis dan Spektrofotometri Massa Untuk Penentuan Struktur Senyawa Organik.* Bandar Lampung: Aura

Sunaryo.S, A. Taufiq,Y.A. Hariyanto,., 2018. *Sintesis Karakterisasi Struktur dan Sifat Optik Nanopartikel Hidrosiapatit/Magnetit.* Semarang: Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Negeri Malang.

Taba. Paulina, Maming, Jeane Melyanti Matutu. 2015. *Sintesis Nanopartikel Perak dengan Metode Reduksi Menggunakan Buah Merah (Pandanus conoideus) Sebagai Bioreduktor.* Jurusan Kimia FMIPAUNHAS: Makassar

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih Kepada teman-teman, Kepala Laboratorium, dan Laboran, yang sudah membantu dalam pengambilan data guna menyelesaikan tugas akhir ini.