



PENGARUH PENAMBAHAN ASAM OLEAT TERHADAP KARAKTERISTIK NANOPARTIKEL MAGNETIT DENGAN METODE KOPRESIPITASI

Della Damayanti^{1*}, Ridwan Yusuf Lubis², & Abdul Halim Daulay³

^{1,2,&3}Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Jalan Lapangan Golf, Deli Serdang, Sumatera Utara 20353, Indonesia

*Email: delladamayanti842@gmail.com

Submit: 20-01-2026; Revised: 29-01-2026; Accepted: 30-01-2026; Published: 31-01-2026

ABSTRAK: Penelitian ini membahas pemanfaatan pasir besi alam dalam pembuatan nanopartikel magnetit dengan asam oleat. Tujuan penelitian adalah menghasilkan magnetit dengan ukuran nano sebagai alternatif bahan fotokatalis. Nanopartikel magnetit disintesis dengan variasi asam oleat (0,75 ml, 1,5 ml, 2,25 ml, 3 ml) serta penambahan dietilamin 7,5 ml. Sintesis dilakukan melalui XRF agar mengetahui unsur yang terdapat pada pasir besi, SEM agar mengetahui morfologi permukaan, dan UV-Vis agar mengetahui ukuran *bandgap*-nya. Hasil menunjukkan bahwa peningkatan kandungan asam oleat secara signifikan menambah aglomerasi, karena banyaknya partikel-partikel yang menyatu satu sama lain, sekaligus menaikkan nilai *bandgap*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan asam oleat memberikan pengaruh terhadap pasir besi. Uji XRF tertinggi 88,234 % diperoleh pada sampel pasir besi sebelum diolah, uji SEM terendah 0,9 μm , dan uji UV-Vis tertinggi 2,644 eV menunjukkan peningkatan nilai energi celah pita akibat peran asam oleat sebagai surfaktan. Kebaruan penelitian ini terletak pada penggunaan pasir besi alam yang dikombinasikan dengan proporsi banyaknya asam oleat (hingga 3 ml) dan dietilamin tetap (7,5 ml). *Bandgap* yang bagus untuk fotokatalis adalah 2,638 eV yang dipengaruhi oleh penambahan asam oleat sebagai surfaktan. Nanopartikel magnetit ini menunjukkan potensi dan karakteristik yang optimal sebagai bahan fotokatalis.

Kata Kunci: Asam Oleat, Fe_3O_4 , Kopresipitasi, Nanopartikel.

ABSTRACT: This study discusses the use of natural iron sand in the manufacture of magnetite nanoparticles with oleic acid. The purpose of the study is to produce nano-sized magnetite as an alternative photocatalyst material. Magnetite nanoparticles were synthesized with variations of oleic acid (0.75 ml, 1.5 ml, 2.25 ml, 3 ml) and the addition of 7.5 ml of diethylamine. Synthesis was carried out using XRF to determine the elements contained in the iron sand, SEM to determine the surface morphology, and UV-Vis to determine the size of the bandgap. The results showed that increasing the oleic acid content significantly increased agglomeration due to the large number of particles that merged with each other, while increasing the bandgap value. The results showed that the addition of oleic acid had an effect on the iron sand. The highest XRF test of 88.234% was obtained in the iron sand sample before processing, the lowest SEM test was 0.9 μm , and the highest UV-Vis test was 2.644 eV indicating an increase in the bandgap energy value due to the role of oleic acid as a surfactant. The novelty of this research lies in the use of natural iron sand combined with a fixed proportion of oleic acid (up to 3 ml) and diethylamine (7.5 ml). A good bandgap for the photocatalyst is 2.638 eV which is influenced by the addition of oleic acid as a surfactant. These magnetite nanoparticles show optimal potential and characteristics as photocatalyst materials.

Keywords: Oleic Acid, Fe_3O_4 , Coprecipitation, Nanoparticles.

How to Cite: Damayanti, D., Lubis, R. Y., & Daulay, A. H. (2026). Pengaruh Penambahan Asam Oleat terhadap Karakteristik Nanopartikel Magnetit dengan Metode Kopresipitasi. *Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan*, 6(1), 556-562. <https://doi.org/10.36312/panthera.v6i1.1043>



PENDAHULUAN

Industri tekstil di Indonesia telah berkembang sangat pesat dalam beberapa dekade terakhir. Dengan banyaknya industri tekstil, dapat menimbulkan berbagai macam pencemaran lingkungan air. Salah satu zat pewarna yang sering digunakan dalam industri tekstil ialah *methylene blue* yang merupakan senyawa aromatik heterosiklik kationik yang berbahaya apabila tercemar (Syihabuddin & Munasir, 2024). Permasalahan ini dapat diatasi dengan menggunakan metode sederhana dan ramah lingkungan, adapun metode yang digunakan yaitu menggunakan metode fotokatalis (Wibowo *et al.*, 2023).

Fotokatalisis adalah teknik ramah lingkungan yang sederhana untuk dekomposisi pewarna dalam limbah air, dimana cahaya digunakan sebagai energi eksternal untuk pembentukan *elektron-hole* (Lenni *et al.*, 2025). Fe_3O_4 dipilih sebagai bahan fotokatalis karena memiliki celah energi (*bandgap*) yang relatif kecil sekitar 2,0 eV. 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*). Sehingga, apabila ukuran dari nanopartikel magnetit kurang dari 100 nm, maka dapat dimanfaatkan dalam industri katalis, *energy storage*, *magnetic data storage*, ferrofluida, *absorbent*, serta biomedis dan lain-lain (Panduwinata *et al.*, 2019).

Nanopartikel magnetik memiliki kecenderungan kuat untuk menggumpal, karena interaksi magnetik antar partikel dan energi permukaan yang besar. Untuk mencegah penggumpalan dan oksidasi dari oksigen atmosfer, nanopartikel magnetik biasanya dilapisi dengan beberapa surfaktan (Arévalo *et al.*, 2017). Surfaktan yang paling banyak digunakan adalah surfaktan anionik (Nirwana *et al.*, 2016). Surfaktan anionik seperti Asam Oleat (OA) umumnya digunakan untuk menstabilkan nanopartikel magnetik yang disintesis dengan metode kopresipitasi (Arévalo *et al.*, 2017). Metode kopresipitasi merupakan salah satu metode yang sangat mudah, serta dapat membentuk nanopartikel dengan cara pengendapan. Fe_3O_4 dapat dengan mudah disintesis melalui metode kopresipitasi sederhana, dan memanfaatkan bahan-bahan alami yang melimpah, seperti pasir besi (Ningtyas *et al.*, 2024; Shah *et al.*, 2025).

Kombinasi spesifik bahan baku berbeda dengan penelitian yang menggunakan surfaktan yang berbeda, penelitian ini secara khusus menggunakan pasir besi yang dikombinasikan dengan surfaktan asam oleat. Penggunaan pasir besi memberikan nilai tambah, karena dapat dimanfaatkan sebagai bahan fotokatalis. AO1 memiliki energi *gap* paling rendah dibandingkan AO2, AO3, dan AO4, sehingga jelas bahwa variasi penambahan asam oleat sangat berpengaruh terhadap nilai energi *gap* dan berdampak pada pengecilan ukuran kristalit. Ketika ukuran kristalit menurun, pita valensi dan pita konduksi semakin menjauh, sehingga celah energi (*band gap*) menjadi lebih lebar. Akibatnya, energi yang dibutuhkan untuk mengeksitasi elektron ke pita konduksi meningkat. Namun, pelebaran *band gap* juga membuat rekombinasi *electron-hole* berlangsung lebih



lambat yang pada akhirnya mendukung peningkatan kemampuan fotodegradasi zat warna (Syafrian & Sanjaya, 2024). Penelitian ini dibatasi pada penggunaan pasir besi dan asam oleat.

Pengujian dilakukan melalui uji XRF, SEM, dan UV-Vis. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui nanopartikel magnetit berbasis pasir besi dan asam oleat, serta bagaimana komposisi pencampuran terbaik agar diperoleh nanopartikel magnetit dengan sifat yang optimal. Adapun manfaat penelitian ini antara lain dapat menambah harga jual pasir besi yang ketersediaannya melimpah sebagai bahan fotokatalis.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen kuantitatif, dimana bahan baku diolah dan diuji untuk mengetahui karakteristik magnetit yang dihasilkan. Peralatan yang digunakan meliputi *hotplate* dengan *magnetic stirrer*, *oven*, neraca digital, alat titrasi, magnet, dan *mortal*. Bahan utama yang digunakan adalah pasir besi dengan tambahan asam oleat sebagai surfaktan, dietilamin sebagai penguat, serta *aquabidest*, NH_4OH , HCl , wol baja, dan aquades sebagai bahan kimia pendukung (Wicaksono *et al.*, 2024).

Proses penelitian dibagi menjadi empat tahap utama. Pertama, preparasi pasir besi yang diawali dengan pencucian pasir besi, kemudian dikeringkan lalu dihaluskan. Kedua, preparasi larutan FeCl_3 dimulai dari pencampuran pasir besi dan HCl , kemudian diaduk menggunakan *stirrer* lalu diendapkan menggunakan *aquadest*, kemudian dipisahkan hasil yang tidak bereaksi hingga menjadi larutan FeCl_3 . Tahap ketiga adalah pembuatan larutan FeCl_2 , dimulai dari pencampuran wol baja dan HCl , kemudian diaduk menggunakan *magnetic stirrer* pada suhu 70°C selama 30 menit agar homogen lalu diendapkan, kemudian dipisahkan hasil yang tidak bereaksi hingga menjadi larutan FeCl_2 . Tahap keempat adalah pembuatan nanopartikel magnetit, FeCl_3 dan FeCl_2 dicampur lalu di-*magnetic stirrer* pada suhu 70°C selama 30 menit agar homogen, kemudian dititrasi NH_4OH sebanyak 180 mL, lalu dicampur sesuai variasi komposisi (0,75 mL, 1,5 mL, 2,25 mL, dan 3 mL), kemudian di-*magnetic stirrer* pada suhu 70°C selama 60 menit agar homogen, lalu dicuci dengan *aquadest* untuk menurunkan konsentrasi pH, kemudian dikeringkan pada suhu 200°C selama 120 menit, lalu menjadi nanopartikel magnetit.

Selanjutnya dilakukan pengujian karakteristik nanopartikel magnetit yang meliputi XRF untuk mengetahui komposisi pada bahan, SEM untuk mengetahui bentuk morfologi dan ukuran butir pada sampel, serta analisis UV-Vis untuk melihat pergeseran dari gelombang dan juga menghitung energi *bandgap*. Melalui tahapan tersebut, penelitian ini bertujuan memperoleh hasil nanopartikel magnetit yang mempunyai ukuran nano dan dapat menjadi bahan fotokatalis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

X-Ray Fluorescence (XRF)

Pengujian XRF dilakukan untuk mengetahui komposisi unsur kimia dalam suatu sampel dengan cepat, non destruktif, dan relatif mudah. Hasil pengujian daya serap air dapat dilihat pada Tabel 1.

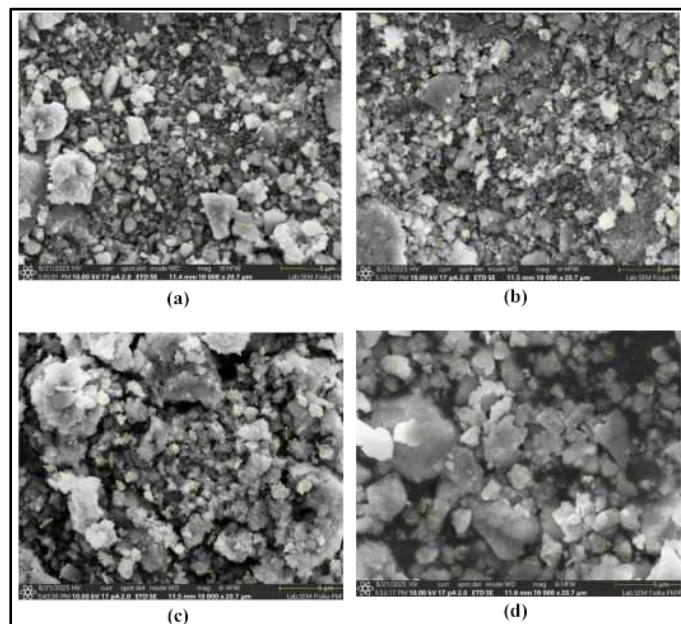
Tabel 1. Hasil Uji X-Ray Fluorescence (XRF).

Unsur	Unsur (%)	Geologi	Geologi (%)	Oksigen	Oksigen (%)
Fe	88.234	Fe ₂ O ₃	89.338	Fe ₂ O ₃	89.483
Ti	5.722	Ti	3.018	TiO ₂	2.736
Mg	1.450	MgO	1.937	MgO	1.869
Zn	1.174	SiO ₂	1.717	SiO ₂	1.653
Si	1.007	CaO	1.007	Al ₂ O ₃	0.969
Ca	0.946	Al ₂ O ₃	1.005	CaO	0.962
Al	0.663	P ₂ O ₅	0.880	P ₂ O ₅	0.847

Berdasarkan Tabel 1 terlihat bahwa Fe (besi) dan Fe₂O₃ (maghemit) adalah unsur yang dominan >88% dari total. Unsur kedua tertinggi adalah Ti (Titanium) pada kolom elemen berkisar 5,722. Unsur lain seperti Mg, Zn, Si, dan Ca memiliki konsentrasi kecil berkisar <2%. Hal ini menunjukkan bahwa sampel bahan pada penelitian ini memiliki kandungan Fe yang sangat tinggi sekitar >85%, ini menunjukkan bahwa sampel sangat kaya besi dan berpotensi sebagai sumber bahan baku pembuatan nanopartikel magnetit.

Scanning Electron Microscope (SEM)

Pengujian *Scanning Electron Microscope* (SEM) digunakan untuk menganalisis bentuk morfologi dan ukuran butir dari Fe₃O₄. Perbesaran yang dilakukan pada sampel yaitu 10.000 kali yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. SEM Perbesaran 10.000 Kali. (a) AO1; (b) AO2; (c) AO3; dan (d) AO4.

Berdasarkan Gambar 1, diketahui bahwa keempat sampel memiliki perbedaan pada morfologinya, seperti pada sampel AO3 mengalami aglomerasi yang tinggi dikarenakan masih terlihat gumpalan-gumpalan partikel yang tidak jelas, dan masih membentuk massa padat. Sampel AO2 memiliki tingkat aglomerasi yang paling rendah, partikel tampak lebih terdistribusi merata dan banyak ruang kosong di antara partikel. Pada sampel AO1 terlihat lebih terdispersi dan aglomerasinya ringan, dengan ukuran partikel yang relatif seragam dan



partikel terlihat lebih halus. Sampel AO3 memiliki aglomerasi yang tampak lebih jelas dibandingkan sampel AO4, ukuran partikel-partikel terlihat lebih bervariasi. Hal ini menandakan surfaktan berperan penting untuk mencegah menempelnya satu sama lain (Wicaksono *et al.*, 2024).

Data ukuran butir diperoleh menggunakan bantuan *software digimizer* dan diolah kembali dengan bantuan *software originlab*, dapat diketahui bahwa hasil SEM pada Gambar 1 (a), ukuran partikel sampel AO1 mayoritas data ada di rentang 0,2-1,6 μm dan nilai rata-rata dari data tersebut berada di 0,9 μm . Pada Gambar 1 (b) ukuran partikel sampel AO2 mayoritas data ada pada rentang 0,2-1,2 μm dan memiliki nilai rata-rata 0,7 μm . Pada Gambar 1 (c) ukuran partikel sampel AO3 memiliki puncak distribusi berkisar antara 0,3-1,1 μm dan rata-rata sekitar 0,7 μm . Pada Gambar 1 (d) ukuran partikel sampel AO4 ini menunjukkan dominasi partikel berada di 0,4-1,4 μm , dan nilai rata-rata yang berada di 0,9 μm . Hal ini menunjukkan bahwa penambahan asam oleat dapat memengaruhi ukuran dari suatu partikel.

UV-Vis

UV-Vis digunakan untuk melihat pergeseran dari panjang gelombang dan juga menghitung nilai energi celah pita Fe_3O_4 . Spektrofotometri UV-Vis merupakan metode analisis yang menggunakan panjang gelombang UV dan *Visible* sebagai area serapan untuk mendeteksi senyawa.

Tabel 2. Hasil Perhitungan UV-Vis.

Sampel	Bandgap (eV)
AO1	2.638 eV
AO2	2.638 eV
AO3	2.639 eV
AO4	2.644 eV

Berdasarkan Tabel 2 pada grafik dengan sumbu-X, energi *gap* (eV) dan sumbu-Y koefisien serap $(\alpha h\nu)^2$, setiap sampel menunjukkan nilai energi *gap* yang berbeda. Hasil perpotongan kurva linier $(\alpha h\nu)^2$ terhadap energi *gap* memberikan nilai sebesar 2,638 eV untuk AO1, 2,638 eV untuk AO2, 2,639 eV untuk AO3, dan 2,644 eV untuk AO4. Dari data tersebut terlihat bahwa penambahan asam oleat menyebabkan peningkatan energi *gap* sekitar 0,01-0,02. Walaupun perubahannya relatif kecil, hal ini menandakan adanya modifikasi sifat material akibat proses penambahan asam oleat. AO1 memiliki energi *gap* paling rendah dibandingkan AO2, AO3, dan AO4, sehingga jelas bahwa variasi penambahan asam oleat sangat berpengaruh terhadap nilai energi *gap* dan berdampak pada pengecilan ukuran kristalit.

Ketika ukuran kristalit menurun, pita valensi dan pita konduksi semakin menjauh, sehingga celah energi (*band gap*) menjadi lebih lebar. Akibatnya, energi yang dibutuhkan untuk mengeksitasi elektron ke pita konduksi meningkat. Menurut Syafrian & Sanjaya (2024), pelebaran *bandgap* juga membuat rekombinasi *elektron-hole* berlangsung lebih lambat yang pada akhirnya mendukung peningkatan kemampuan fotodegradasi zat warna. Pelebaran *band gap* menyebabkan pergeseran serapan cahaya ke arah panjang gelombang yang lebih pendek (*blue shift*).



SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa berdasarkan pengujian SEM, peningkatan penambahan asam oleat meningkatkan kemungkinan terjadinya aglomerasi. Didapatkan hasil dari pengujian UV-Vis sebesar 2,638 eV untuk AO1; 2,638 eV untuk AO2; 2,639 eV untuk AO3; dan 2,644 eV untuk AO4. Pengujian UV-Vis menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi AO menaikkan nilai energi *gap*. Semakin banyak penambahan asam oleat, maka semakin tinggi nilai energi *gap*. Sifat kuat Fe₃O₄ menjadikannya sangat berguna sebagai adsorben, terutama dalam aplikasi pengolahan air dan limbah.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka saran yang peneliti berikan pada penelitian selanjutnya yaitu memvariasikan asam oleat secara lebih rapat agar menghasilkan ukuran nano yang beragam, disarankan penelitian selanjutnya menguji karakterisasi lain seperti *Vibrating Sample Magnetometer* (VSM) untuk mengetahui sifat magnetik serta *BET surface area analysis* untuk mengukur luas permukaan spesifik. Hal ini penting agar hubungan antara morfologi, sifat magnetik, dan kemampuan aplikasi dapat diketahui secara lebih komprehensif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh pihak laboratorium yang telah memberikan dukungan dan bantuan selama proses penelitian ini berlangsung. Terima kasih kepada Staf Laboratorium Fisika, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, yang telah menyediakan fasilitas dan peralatan penelitian hingga proses pembuatan sampel nanopartikel magnetit dapat berlangsung dengan baik.

DAFTAR RUJUKAN

- Arévalo, P., Isasi, J., Caballero, A. J., Marco, J. F., & Martin-Hernandez, F. (2017). Magnetic and Structural Studies of Fe₃O₄ Nanoparticles Synthesized via Coprecipitation and Dispersed in Different Surfactants. *Ceramics International*, 43(13), 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2017.05.064>
- Lenni, N., Lubis, R. Y., & Masthura, M. (2025). Material Nanopartikel Fotokatalis Fe₃O₄/SiO₂/TiO₂ untuk Degradasi *Methylene Blue*. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 8(1), 59-65. <https://doi.org/10.30596/rmme.v8i1.21752>
- Ningtyas, R. D., Yanti, D. D., Amin, A. K., & Aji, A. (2024). Fabrication of a Fe₃O₄/CS/AgNPs Composite from Indigenous Iron Sand for Enhanced Methylene Blue Adsorption. *Journal of Cluster Science*, 35(1), 1463-1480. <https://doi.org/10.1007/s10876-024-02594-0>
- Nirwana, N., Irdoni, I., & Yuniarti, J. (2016). Sintesis Surfaktan *Metil Ester Sulfonat* dari *Palm Oil Methyl Ester* dan Natrium Metabisulfid dengan Penambahan Katalis Kalsium Oksida. *Jurnal Riset Kimia*, 8(2), 125-132. <https://doi.org/10.25077/jrk.v8i2.229>



- Panduwinata, F., Mahmudin, L., & Iqbal, I. (2019). Fabrikasi dan Karakterisasi Sifat Optik Nanopartikel Magnetit Fe_3O_4 Berbasis Pasir Besi. *Gravitasi*, 18(1), 1-10. <https://doi.org/10.22487/gravitasi.v18i1.13296>
- Shah, S. I. A., Ahmad, W., Anwar, M., Shah, R., Khan, J. A., Shah, N. S., Al-Anazi, A., & Han, C. (2025). Synthesis, Properties, and Applications of Fe_3O_4 and Fe_3O_4 -Based Nanocomposites: A Review. *Applied Catalysis O: Open*, 203, 207049. <https://doi.org/10.1016/j.apcato.2025.207049>
- Syafrian, S., & Sanjaya, H. (2024). Pengaruh Perbedaan Suhu Kalsinasi terhadap *Band Gap* dan Konduktivitas Listrik Lapisan Tipis CuSnO_3 . *Masaliq : Jurnal Pendidikan dan Sains*, 4(2), 508-515. <https://doi.org/10.58578/masaliq.v4i2.2751>
- Syihabuddin, D. M., & Munasir, M. (2024). *Green Synthesis* Nanopartikel Fe_3O_4 dengan Bioreduktor Ekstrak Daun Mimba (*Azadirachta indica*): Aplikasi sebagai Material Fotokatalis Degradasi *Methylene Blue*. *Inovasi Fisika Indonesia*, 13(3), 118-123. <https://doi.org/10.26740/ifi.v13n3.p118-123>
- Wibowo, S., Azhar, K. N. A., & Sahanaya, D. A. (2023). Fotodegradasi *Methylene Blue* Menggunakan Fotokatalis TiO_2 /Zeolit. *Warta Akab*, 47(1), 17-21. <https://doi.org/10.55075/wa.v47i1.165>
- Wicaksono, S., Wahfiudin, A., Pramata, A., & Sagadevan, S. (2024). Effect of Fe (III)/ Fe (II) Cation Molar Ratio Variation on Magnetite Fe_3O_4 Nanoparticles Synthesized from Natural Iron Sand by Coprecipitation Method. *MRS Advances*, 20(9), 1593-1597. <https://doi.org/10.1557/s43580-024-00923z>