

# Eksplorasi Potensi Pasir Besi Pesisir Leuge Berdasarkan Sifat Optik untuk Aplikasi Teknologi Material

Nirmala Sari<sup>1\*</sup>, T. Andi Fadlly<sup>1</sup>, Rahmawati<sup>1</sup>, Romauli Hotmaida<sup>1</sup>, Herlina Purba<sup>1</sup>,  
Ida Ratna Nila<sup>2</sup>, Fajriani<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Samudra, Langsa Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Geofisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Samudra, Langsa Indonesia

\*Koresponden email: nirmala\_sari@unsam.ac.id

Diterima: 5 Februari 2026

Disetujui: 23 Februari 2026

## Abstract

This research is motivated by the less than optimal utilization of coastal iron sand from Leuge Beach, East Aceh, due to limited scientific information regarding its mineral content, crystal structure, and optical properties. In addition, the effect of variations in base concentration in the synthesis process on the characteristics of the resulting material has not been studied comprehensively. Therefore, this study aims to analyze the mineral content and analyze the optical properties of iron sand through the coprecipitation method with variations in  $\text{NH}_4\text{OH}$  concentrations of 5.5 M and 6.5 M. Sample characterization includes X-Ray Fluorescence (XRF), X-Ray Diffraction (XRD), and Ultra Violet–Visible (UV–Vis) Spectrophotometer testing. The results of XRF analysis with a concentration of 5.5 M showed that the main component of the sample was  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  with a percentage of 58.74%, followed by  $\text{TiO}_2$  at 32.214%. XRD diffraction patterns confirmed the presence of  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  crystalline phase at  $2\theta = 32.7450^\circ$  and  $53.4850^\circ$ . UV–Vis analysis showed a maximum absorption peak at a wavelength of 275 nm with the highest absorption of 0.598 at a concentration of 5.5 M. These findings indicate that Leuge Beach iron sand has the potential to be developed as a functional material in the fields of electromagnetics, photocatalysis, and optoelectronics.

**Keywords:** *iron sand, leuge beach, optical properties, material characteristics*

## Abstrak

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh belum optimalnya pemanfaatan pasir besi pesisir Pantai Leuge, Aceh Timur akibat terbatasnya informasi ilmiah mengenai kandungan mineral, struktur kristal, serta sifat optiknya. Selain itu, pengaruh variasi konsentrasi basa dalam proses sintesis terhadap karakteristik material yang dihasilkan masih belum dikaji secara komprehensif. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kandungan mineral serta menganalisis sifat optik pasir besi melalui metode kopresipitasi dengan variasi konsentrasi  $\text{NH}_4\text{OH}$  sebesar 5,5 M dan 6,5 M. Karakterisasi sampel meliputi pengujian *X-Ray Fluorescence (XRF)*, *X-Ray Diffraction (XRD)*, dan spektrofotometer *Ultra Violet–Visible (UV–Vis)*. Hasil analisis XRF dengan konsentrasi 5,5 M menunjukkan bahwa komponen utama sampel adalah  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  dengan persentase 58,374%, diikuti oleh  $\text{TiO}_2$  sebesar 32,214%. Pola difraksi XRD mengonfirmasi keberadaan fasa kristalin  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  pada sudut  $2\theta = 32,7450^\circ$  dan  $53,4850^\circ$ . Analisis UV–Vis memperlihatkan puncak serapan maksimum pada panjang gelombang 275 nm dengan absorbansi tertinggi 0,598 pada konsentrasi 5,5 M. Temuan ini menunjukkan bahwa pasir besi Pantai Leuge berpotensi dikembangkan sebagai material fungsional di bidang elektromagnetik, fotokatalisis dan optoelektronik.

**Kata Kunci:** *pasir besi, pantai leuge, sifat optik, karakteristik material*

## 1. Pendahuluan

Pasir besi merupakan sumber daya mineral yang memiliki potensi signifikan untuk dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi material maju [1], khususnya pada bidang teknologi optik. Kandungan utama pasir besi, seperti magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) dan hematit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) [2], memberikan peluang pemanfaatan dalam perangkat optoelektronik [3]. Selain itu, pasir besi juga banyak digunakan dalam industri baja, sebagai material penyerap gelombang elektromagnetik [4], dalam sistem katalis untuk penyimpanan hidrogen [5], serta dalam bidang biomedis [6].

Kawasan pesisir Perlak Leuge, Aceh Timur, diketahui memiliki cadangan pasir besi yang melimpah. Namun demikian, hingga kini pemanfaatan dan eksplorasi ilmiah terhadap sumber daya tersebut masih terbatas. Penelitian yang mengkaji secara mendalam karakteristik optik pasir besi dari wilayah ini belum banyak dilakukan, meskipun pemahaman terhadap sifat fisika dan kimianya sangat penting untuk menentukan potensi dan optimalisasi penggunaannya dalam teknologi modern [7].

Karakteristik pasir besi dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti kondisi lingkungan, proses sedimentasi, serta kondisi geologi yang menentukan komposisi mineralnya [8]. Faktor-faktor tersebut menyebabkan adanya variasi sifat optik pasir besi di setiap wilayah. Oleh sebab itu, penelitian ini menjadi penting untuk mengungkap karakteristik pasir besi dari pesisir Perlak Leuge sekaligus menilai potensinya sebagai material fungsional dalam bidang teknologi material.

Pasir besi merupakan material alami yang kaya akan mineral logam berat, khususnya oksida besi seperti magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), hematit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), dan ilmenit ( $\text{FeTiO}_3$ ) [9]. Mineral-mineral tersebut terbentuk melalui proses pelapukan batuan asal, diikuti oleh mekanisme sedimentasi serta interaksi berkelanjutan dengan lingkungan pesisir [10].

Sifat optik pasir besi berkaitan dengan respons material terhadap radiasi elektromagnetik, khususnya pada wilayah ultraviolet dan cahaya tampak. Respons ini muncul akibat terjadinya transisi elektronik dalam atom-atom yang membentuk struktur mineral. Parameter optik yang umum dianalisis meliputi spektrum serapan, transmisi, dan reflektansi [11]. Karakterisasi sifat optik dilakukan menggunakan teknik spektrofotometri UV-Vis. Data spektrum yang diperoleh memberikan informasi penting mengenai karakteristik serapan optik, nilai energi celah pita (*band gap*), serta interaksi elektron dan molekul dalam material.

Karakteristik struktur kristal memiliki pengaruh yang signifikan terhadap sifat fisik suatu material. Teknik *X-Ray Diffraction* (XRD) digunakan untuk mengidentifikasi struktur kristalin dan fasa mineral, seperti magnetit dan hematit, yang terkandung dalam pasir besi. Material dengan susunan kristal yang teratur serta ukuran partikel yang lebih kecil, khususnya pada skala nanometer, umumnya menunjukkan kinerja sifat optik yang lebih unggul dibandingkan material dengan struktur kasar dan distribusi partikel yang tidak homogen.

Pasir besi yang telah melalui proses karakterisasi secara komprehensif memiliki potensi luas untuk dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi teknologi maju. Dalam ranah optik, material ini berpotensi diaplikasikan sebagai sensor optik, fotodetektor, serta bahan fotokatalis untuk proses pengolahan limbah. Kemampuan untuk merekayasa dan mengendalikan sifat optik melalui pemurnian mineral dan modifikasi struktur kristal menjadikan pasir besi sebagai material kandidat yang menjanjikan untuk berbagai aplikasi fungsional berbasis teknologi canggih [12].

Berdasarkan uraian tersebut, fokus utama penelitian ini adalah mengkaji karakteristik mineralogi dan sifat optik pasir besi yang berasal dari pesisir Perlak Leuge, Aceh Timur. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan material berbasis pasir besi serta membuka peluang pemanfaatan lebih lanjut dalam mendukung kebutuhan industri dan teknologi masa depan.

## 2. Metode Penelitian

### *Waktu dan Tempat Penelitian*

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Universitas Samudra yang dilaksanakan selama 4 bulan (Juli-Oktober 2025) dengan melalui beberapa tahapan yang terstruktur untuk memperoleh karakterisasi sifat optik pasir besi yang berasal dari Pesisir Perlak Leuge, Aceh Timur.

### *Persiapan Sampel*

Pasir pantai dicuci menggunakan air mengalir hingga air bilasan tidak lagi keruh, kemudian dilakukan proses penyaringan. Selanjutnya, pasir dicuci kembali menggunakan aquades secukupnya hingga benar-benar bersih untuk memastikan tidak adanya kontaminan. Pasir yang telah dicuci kemudian ditempatkan di atas kertas aluminium dan dikeringkan menggunakan *hot plate magnetic* pada suhu sekitar 200 °C. Setelah proses pengeringan, pasir diseleksi menggunakan magnet sebanyak tiga kali untuk memisahkan pasir besi dari campuran pasir non-magnetik hingga diperoleh sampel yang lebih murni.

### *Sintesis Pasir Besi*

Tahap sintesis diawali dengan melarutkan 10 gram pasir besi ke dalam 20 mL larutan HCl pada suhu 90 °C sambil diaduk selama 60 menit menggunakan *magnetic stirrer* hingga terbentuk larutan homogen. Larutan kemudian disaring menggunakan kertas saring, dan filtrat yang diperoleh direaksikan dengan 25 mL larutan  $\text{NH}_4\text{OH}$  dengan variasi konsentrasi 5,5 M dan 6,5 M, lalu didiamkan selama 30 menit hingga terbentuk endapan berwarna hitam. Endapan tersebut kemudian disaring kembali dan dicuci menggunakan aquades hingga mencapai pH netral (pH 7). Selanjutnya, endapan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 100 °C selama 2 jam untuk menghilangkan sisa kandungan air.

### Metode Analisis

Metode analisis dalam penelitian ini bersifat kuantitatif dan dilakukan melalui beberapa teknik karakterisasi. Uji *X-Ray Fluorescence* (XRF) digunakan untuk menentukan komposisi unsur dan kandungan mineral dalam pasir besi. Selanjutnya, *X-Ray Diffraction* (XRD) digunakan untuk mengidentifikasi fasa kristalin material. Analisis sifat optik dilakukan menggunakan Spektrofotometer *Ultra Violet-Visible* (UV-Vis) untuk memperoleh spektrum serapan optik.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### Analisis Karakterisasi Menggunakan XRF

Pengujian sampel pasir pantai menggunakan metode *X-Ray Fluorescence* (XRF) bertujuan untuk mengidentifikasi jenis dan kandungan mineral yang terdapat dalam pasir besi Pantai Leuge, Aceh Timur. Analisis ini memberikan informasi mengenai komposisi unsur utama serta senyawa mineral yang menyusun sampel. Hasil karakterisasi XRF untuk sampel dengan konsentrasi 5,5 M ditampilkan pada **Tabel 1**.

**Tabel 1.** Hasil Analisis XRF

Oksidasi		
Nama	Senyawa	Nilai
Besi (III) Oksida	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	58,374%
Titanium Dioksida	TiO <sub>2</sub>	32,214%
Silikon Dioksida	SiO <sub>2</sub>	1,0561%
Alumunium Oksida	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,0826%
Kromium (III) Oksida	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,754%
Vanadium Oksida	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,432%
Mangan (III) Oksida	MnO	0,416%
Oxocalcium	CaO	0,275%

Berdasarkan hasil pengujian *X-Ray Fluorescence* (XRF), diketahui bahwa Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> merupakan komponen mineral dominan dalam sampel dengan persentase sebesar 58,374%, diikuti oleh TiO<sub>2</sub> sebesar 32,214%. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya yang melaporkan kandungan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sekitar 65% dan TiO<sub>2</sub> sebesar 6% pada pasir besi pesisir pantai selatan [13]. Studi lain juga mengungkapkan keberadaan unsur Fe sebesar 54,15% serta Ti sebesar 3,74% dalam pasir besi [14].

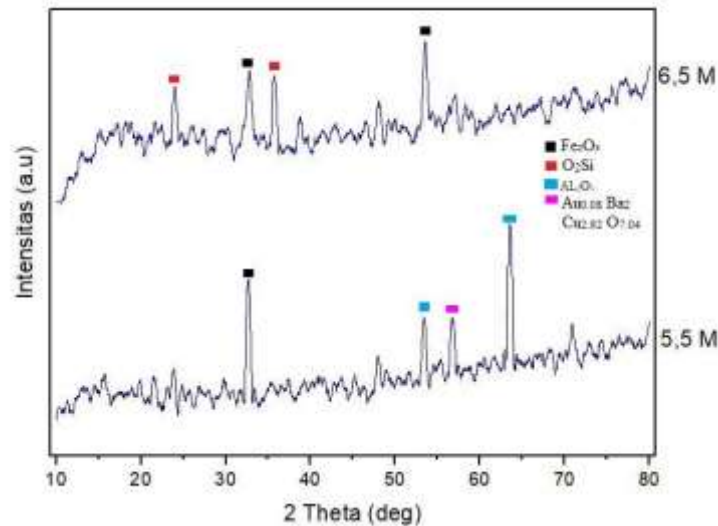
Kesamaan hasil ini mengindikasikan bahwa pasir besi dari Pantai Leuge, Aceh Timur, memiliki kandungan mineral yang bernilai ekonomis dan teknologis tinggi. Dengan dominasi Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang berfasa hematit, material ini berpotensi besar untuk dimanfaatkan sebagai sumber nanopartikel besi oksida dalam berbagai aplikasi material maju, termasuk teknologi magnetik, optoelektronik, dan material fungsional lainnya [15]

#### Analisis Karakterisasi Menggunakan XRD

Sampel pasir besi hasil sintesis selanjutnya dikarakterisasi menggunakan metode *X-Ray Diffraction* (XRD) untuk mengidentifikasi fasa kristalin dan struktur material. Hasil pengujian XRD menunjukkan pola difraksi berupa puncak-puncak intensitas pada berbagai sudut difraksi (2θ). Pola ini digunakan untuk menentukan jenis fasa mineral serta tingkat kristalinitas material yang terkandung dalam sampel.

Hasil analisis *X-Ray Diffraction* (XRD) pada **Gambar 1** menunjukkan bahwa sampel pasir besi Pantai Leuge, Aceh Timur, pada konsentrasi 5,5 M mengandung senyawa berbasis Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang berasosiasi dengan unsur lain, dengan puncak difraksi khas yang teridentifikasi pada sudut 2θ = 32,692°. Sementara itu, pada sampel dengan konsentrasi 6,5 M terdeteksi keberadaan fasa Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang lebih jelas, ditandai oleh puncak-puncak difraksi utama pada sudut 2θ = 32,7450° dan 53,4850°.

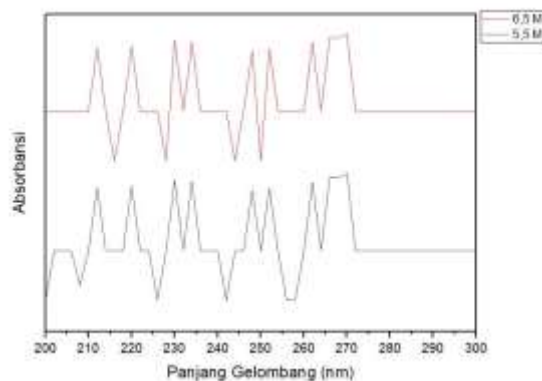
Hasil ini mengonfirmasi bahwa Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> merupakan fasa kristalin dominan dalam sampel, sejalan dengan temuan analisis XRF yang menunjukkan bahwa Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> memiliki persentase tertinggi, yaitu sebesar 58,374%, dibandingkan dengan senyawa lainnya. Keberadaan puncak-puncak khas tersebut mengindikasikan bahwa material yang dihasilkan memiliki struktur kristalin yang sesuai dengan fasa hematit, yang berpotensi untuk diaplikasikan dalam berbagai bidang teknologi material maju.



**Gambar 1.** Pola hasil XRD sampel dengan konsentrasi 5,5 M dan 6,5 M pasir besi pantai Leuge Aceh Timur

#### Analisis Karakterisasi Menggunakan UV-Vis

Karakterisasi sifat optik dilakukan menggunakan spektrofotometer *Ultra Violet-Visible* (UV-Vis) pada rentang panjang gelombang 200–300 nm. Pengukuran ini bertujuan untuk menentukan nilai absorbansi larutan hasil sintesis, di mana absorbansi merepresentasikan jumlah cahaya yang diserap oleh partikel dalam larutan. Data serapan yang diperoleh digunakan untuk menganalisis karakteristik optik material, termasuk posisi puncak serapan yang berkaitan dengan transisi elektronik dalam nanopartikel yang terbentuk.



**Gambar 2.** Hasil Analisis uji Spektrometer UV-Vis

Hasil pengujian UV-Vis yang ditampilkan pada **Gambar 2** menunjukkan bahwa nanopartikel  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  hasil sintesis memiliki respons optik yang signifikan pada wilayah ultraviolet (UV), dengan puncak serapan maksimum teramati pada panjang gelombang 275 nm. Temuan ini konsisten dengan karakteristik umum material berbasis oksida besi dan menunjukkan bahwa material tersebut memiliki potensi yang baik untuk dimanfaatkan dalam aplikasi fotokatalitik maupun perangkat optoelektronik.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa pasir besi dari pesisir Pantai Leuge, Aceh Timur, memiliki kandungan utama senyawa oksida logam berupa  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  sebesar 58,374%, diikuti oleh  $\text{TiO}_2$  sebesar 32,214%. Analisis struktur kristalin mengidentifikasi keberadaan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  sebagai puncak difraksi utama.

Hasil sintesis  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  memperlihatkan puncak serapan maksimum pada panjang gelombang 275 nm di wilayah ultraviolet, dengan nilai absorbansi tertinggi sebesar 0,598 pada konsentrasi 5,5 M. Karakteristik optik ini mengindikasikan bahwa material memiliki prospek yang menjanjikan untuk dikembangkan dalam aplikasi fotokatalisis dan perangkat optoelektronik

## 5. Terima Kasih

Ucapan terima kasih kepada LPPM Universitas Samudra yang telah membiayai kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat ini melalui pendanaan DIPA Universitas Samudra Tahun 2025.

## 6. Daftar Pustaka

- [1] H. Kiswanto, A. H. P. Yuniarto, N. I. Istiqomah, And E. Suharyadi, "Struktur Kristal Dan Sifat Kemagnetan Nanopartikel Mn-Ferrite Yang Disintesis Dari Bahan Alam Pasir Besi," *Jurnal Fisika Unand (JFU)*, Vol 10, No 4, Okt. 2021, Doi: <https://doi.org/10.25077/jfu.10.4.413-420.2021>.
- [2] Z. Jalil, E. Novita Sari, I. Ismail, Muhammad, M. Nizar Machmud, And E. Handoko, "Natural Magnetite Characterization From Beach Sand Prepared By Using Planetary Ball Milling," *J. Phys.: Conf. Ser.*, Vol. 1825, No. 1, P. 012070, Feb. 2021, Doi: 10.1088/1742-6596/1825/1/012070.
- [3] P. V. Mira, L. Mahmudin, And I. Iqbal, "Sintesis Dan Analisis Sifat Magnetik Nanopartikel Magnetit ( $Fe_3O_4$ ) Berbasis Pasir Besi," *Gravitasi*, Vol. 17, No. 2, Apr. 2019, Doi: 10.22487/Gravitasi.V17i2.12420.
- [4] M. Mashadi, R. A. Putri, Bambang Sugeng, And Yunasfi, "Sintesis Bahan Magnetik  $Zn_{x}Fe_{(3-x)}O_4$  Dengan Metode Ko-Presipitasi Sebagai Penyerap Gelombang Mikro," *Majalah Ilmiah Pengkajian Industri*, Vol. 13, No. 2, Pp. 179–186, Sep. 2023, Doi: 10.29122/Mipi.V13i2.3241.
- [5] A. Fatmaliana, M. Maulinda, And N. Sari, "Pengaruh Katalis  $Fe_2O_3$  Pada Tabung Penyimpanan Hidrogen Berbasis  $MgH_2$  Melalui Teknik Mechanical Alloying," *Jse*, Vol. 5, No. 2, Mar. 2020, Doi: 10.32672/Jse.V5i2.1924.
- [6] A. Fatmaliana, M. Maulinda, And N. Sari, "Synthesis And Characterization Of Hematite ( $Fe_2O_3$ ) Of Iron Ore And Magnetite ( $Fe_3O_4$ ) From Iron Sand Through Precipitation Method For Industrial Raw Materials," *Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, Vol. 12, No. 2, Pp. 37–42, Jun. 2020, Doi: 10.18860/Neu.V12i2.8183.
- [7] E. Handoko *Et Al.*, "Structural, Magnetic And Microwave Absorption Properties Of Natural Iron Sand," *J. Phys.: Conf. Ser.*, Vol. 1869, No. 1, P. 012182, Apr. 2021, Doi: 10.1088/1742-6596/1869/1/012182.
- [8] U. K. Khairunnisa, "Karakterisasi Pasir Besi Dan Sifat Magnetik Pantai Romantis Kabupaten Serdang Bedagai," *Saintifik*, Vol. 10, No. 2, Jul. 2024, Doi: 10.31605/Saintifik.V10i2.505.
- [9] M. Arsyad, V. A. Tiwow, And M. J. Rampe, "Analysis Of Magnetic Minerals Of Iron Sand Deposit In Sampulungan Beach, Takalar Regency, South Sulawesi Using The X-Ray Diffraction Method," *J. Phys.: Conf. Ser.*, Vol. 1120, P. 012059, Nov. 2018, Doi: 10.1088/1742-6596/1120/1/012059.
- [10] A. N. Syahida *Et Al.*, "Diffraction And Magnetization Properties of  $Fe_3O_4$  Nanoparticle From Natural Iron Sand In Various Stirring Rate For Potential Biomedical Applications," *Rjc*, Vol. 15, No. 01, Pp. 316–325, 2022, Doi: 10.31788/Rjc.2022.1516615.
- [11] F. Panduwinata, L. Mahmudin, And I. Iqbal, "Fabrikasi Dan Karakterisasi Sifat Optik Nanopartikel Magnetit  $Fe_3O_4$  Berbasis Pasir Besi," *Gravitasi*, Vol. 18, No. 1, Pp. 1–10, Jul. 2019, Doi: 10.22487/Gravitasi.V18i1.13296.
- [12] M. Rianna *Et Al.*, "Study And Characterization Of  $Fe_3O_4$  Synthesized From Natural Iron Sand In Sumatera Utara," *J. Aceh Phys. Soc.*, Vol. 11, No. 2, Pp. 45–48, Apr. 2022, Doi: 10.24815/Jacps.V11i2.23492.
- [13] I. Putra, "Identifikasi Kandungan Fe Pada Pasir Besi Hasil Proses Konsentrasi Menggunakan Sluice Box". *Jurnal Cahaya Mandalika*, Vol 4, No 1, Pp. 256-272, Feb. 2023, Doi: <https://doi.org/10.36312/jcm.v4i1.1331>.
- [14] R. A. Sirait, S. Salomo, J. Muhammad, And E. Taer, "Sintesis Dan Karakterisasi Nanopartikel Oksida Besi Menggunakan Metode Ball Milling Dan Kopresipitasi," *Jkfi*, Vol. 19, No. 2, P. 91, Aug. 2022, Doi: 10.31258/Jkfi.19.2.91-98.
- [15] N. Sari, T. A. Fadlly, R. Hotmaida, H. Purba, I. R. Nila, And M. A. Fahril, "Identifikasi Mineral Dan Karakterisasi Sifat Magnetik Pasir Besi Di Pesisir Pantai Leuge Aceh Timur". *GRAVITASI Jurnal Pendidikan Fisika dan Sains*, Vol. 7, No. 2, Pp 29-34, Des. 2024, Doi: <https://doi.org/10.33059/gravitasi.jpfs.v7i02.12801>.