

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI PARTIKEL MAGNETIK PASIR BESI
SUNGAI MEGANG MUSI RAWAS DENGAN METODE KOPRESIPITASI**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Sarjana Sains Bidang Studi Fisika



Disusun Oleh :

ANIENDITA NINGTYAS

08021281720017

JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2021

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI PARTIKEL MAGNETIK PASIR BESI
SUNGAI MEGANG MUSI RAWAS DENGAN METODE KOPRESIPITASI**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Sarjana Sains Bidang Studi Fisika

Disusun Oleh :

ANIENDITA NINGTYAS

08021281720017

JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2021

LEMBAR PENGESAHAN
SINTESIS DAN KARAKTERISASI PARTIKEL MAGNETIK PASIR BESI
SUNGAI MEGANG MUSI RAWAS DENGAN METODE KOPRESIPITASI

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains Bidang Studi Fisika

Oleh :

ANIENDITA NINGTYAS

NIM. 08021281720017

Indralaya, Desember 2021

Menyetujui,

Pembimbing I



Dr. Fitri Suryani Arsyad, S.Si., M.Si.
NIP. 197010191995122001

Pembimbing II



Akmal Johan, S.Si., M.Si.
NIP. 197312211999031003

Mengetahui,

Ketua Jurusan Fisika



Dr. Prinsale Virgo, S.Si., MT
NIP. 197109101994121001

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur kepada ALLAH SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga hasil tugas akhir yang berjudul **“Sintesis dan Karakterisasi Partikel Magnetik Pasir Besi Sungai Megang Musi Rawas dengan Metode Kopesipitasi”** ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Adapun kegiatan skripsi yang dilaksanakan di Laboratorium Sanis Material, dengan tujuan untuk memenuhi persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar Sarjana Sains di Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya. Penulisan skripsi ini tidaklah dapat terselesaikan jika tidak adanya bantuan, dukungan, serta saran yang tiada henti-hentinya penulis terima selama penyelesaian skripsi ini. Ucapan terimakasih yang tak terhingga kepada Ibunda Sutyem, Ayahanda Jumakun dan Mas Tyas Al Arandi yang senantiasa mendo’akan, membantu dan memberikan semangat serta motivasi sehingga penulis bisa menjadi sosok sekarang ini. Penulis juga ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala bantuan, dukungan serta saran yang telah penulis dapatkan.

1. Kepada Bapak Dr. Frinsyah Virgo, S.Si, M.T., selaku ketua Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
2. Bapak Dr. Ramlan, M.Si., selaku dosen Pembimbing Akademik yang selalu menuntun, memberi saran serta mengarahkan dengan baik.
3. Ibu Dr. Fitri Suryani Arsyad, S.Si., M.Si., dan Akmal Johan, S.Si.,M.Si., selaku dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan arahan, ilmu, dan masukan terkait penyusunan skripsi ini.
4. Ibu Dr. Idha Royani, M.Si., Ibu Dra. Jorena, M.Si., dan Ibu Erni, S.Si., M.Si., selaku dosen Penguji Tugas Akhir yang telah memberikan ilmu, saran dan kritikan yang membangun terkait penyusunan kripsi ini.
5. Seluruh dosen dan pegawai administrsi di Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya Indralaya.
6. Keluarga dan teman-teman terdekat di Musi Rawas yang selalu memberikan semangat dan selamat untuk setiap pencapaian dalam dunia pendidikan.
7. Dana Hibah Kompetitif Unsri, yang telah membantu dalam proses penelitian ini.

8. Teman-teman seperjuangan dari awal perkuliahan hingga sampai skripsian ini yang tak kenal lelah, selalu memberikan motivasi, semangat, dukungan, dan yang selalu kebersamai dalam suka maupun duka, Annisa Faradilla Ferdyanti, Dzafira Utami, Nadya Ayu Wirandita dan Siti Lailaturofi'ah. Serta teman-teman *Sebong, Kinda Bad, Sijeuni, army, Aeri, HT, Ditha Rahmawati, Alivia* dll, yang selalu memotivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
9. Teman-teman seperjuangan Fisika angkatan 2017 terkhususnya teman-teman KBI Material yang selalu memberi dukungan.
10. Semua pihak yang telah membantu dan mendukung hingga terselesaikannya skripsi ini yangtak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi masih banyak kekeliruan dan jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis berharap semua pihak mengemukakan kritik dan saran yang membangun untuk memperbaiki dan melengkapi penyusunan skripsi. Akhir kata penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang turut membantu dalam penyelesaian skripsi ini. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua.

Indralaya, Desember 2021



Aniendita Ningtyas

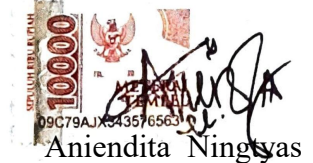
NIM: 08021281722017

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Dengan ini saya **ANIENDITA NINGTYAS, 08021281722017** menyatakan bahwa Karya Ilmiah/Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan Karya Ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata satu (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun Perguruan Tinggi lainnya.

Semua informasi yang dimuat dalam Karya Ilmiah/Skripsi ini yang berasal dari penulis lain, baik yang dipublikasikan atau tidak, telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar dan semua Karya Ilmiah/Skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Indralaya, 08 Desember 2021

A 10,000 Rupiah Indonesian banknote with a signature over it. The signature is in black ink and appears to be 'ANIENDITA NINGTYAS'. The banknote features the Garuda Pancasila emblem and the text 'REPUBLIK INDONESIA' and 'DPRK 10000'.

NIM. 08021281722017

SINTESIS DAN KARAKTERISASI PARTIKEL MAGNETIK PASIR BESI SUNGAI MEGANG MUSI RAWAS DENGAN METODE KOPRESIPITASI

ANIENDITA NINGTYAS

Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Sriwijaya

Jl. Raya Palembang-Prabumulih KM 32 Indralaya, Ogan Ilir

ABSTRAK

Sintesis partikel Fe_3O_4 dengan bahan baku pasir tambang sungai Megang Musi Rawas telah dilakukan dengan metode kopresipitasi. Tahapan kopresipitasi meliputi penimbangan sampel, pelarutan dengan menggunakan HCl 20 ml, pengendapan dengan NH_4OH 36,5 ml, pencucian dengan aquades dan pemanasan menggunakan *furnace*. Penelitian dilakukan dengan memberikan variasi temperatur pada saat pelarutan dengan masing-masing suhu 45°C , 60°C , dan 75°C . Variasi temperatur pada saat pelarutan dilakukan untuk melihat pengaruh terhadap ukuran partikel yang dihasilkan. Dengan pengukuran menggunakan XRD, variasi suhu pada saat pelarutan ukuran kristal mengalami perubahan dengan hasil yang paling optimum yaitu pada suhu 45°C dengan ukuran kristal sebesar 17,82 nm. Pada pengukuran menggunakan SEM-EDS didapatkan nilai kemurnian pasir besi sebesar 55,80 %.

Kata Kunci : Fe_3O_4 , Kopresipitasi, HCl, NH_4OH , XRD, SEM-EDS

Pembimbing I



Dr. Fitri Suryani Arsyad, S.Si., M.Si.
NIP. 197010191995122001

Inderalaya, Desember 2021

Menyetujui,

Pembimbing II



Akmal Johan, S.Si., M.Si.
NIP. 197312211999031003

Mengetahui,

Ketua Jurusan Fisika



Dr. Pristika Virgo, S.Si., MT
NIP. 197109101994121001

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF MAGNETIC PARTICLES OF IRON SAND MEGANG MUSI RAWAS RIVER WITH COPRECIPITATION METHOD

ANIENDITA NINGTYAS

Departement of Physics, Faculty of Mathematics and Natural Science

Sriwijaya Univercity

Jl. Raya Palembang-Prabumulih KM 32 Indralaya, Ogan Ilir

ABSTRACT

The synthesis of Fe_3O_4 particles with the raw material of sand from the Megang Musi Rawas river mine has been carried out using the coprecipitation method. Coprecipitation stages include weighing the sample, dissolving using 20 ml HCl, precipitation with 36.5 ml NH_4OH , washing with distilled water and heating using a furnace. The research was conducted by varying the temperature at the time of dissolution with each temperature of 45°C , 60°C , and 75°C . Variations in temperature at the time of dissolution were carried out to see the effect on the size of the resulting particles. With measurements using by XRD, the temperature variation at the time of crystal size dissolution changes with the most optimal result of 45°C with a crystal size of 17.82 nm. In measurements using by SEM-EDS, the value of iron sand purity is 55.80%.

Keywords: Fe_3O_4 , Coprecipitation, HCl, NH_4OH , XRD, SEM-EDS

Pembimbing I



Dr. Fitri Suryani Arsyad, S.Si., M.Si.
NIP. 197010191995122001

Inderalaya, Desember 2021

Menyetujui,

Pembimbing II



Akmal Johan, S.Si., M.Si.
NIP. 197312211999031003

Mengetahui,

Ketua Jurusan Fisika



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Hasil XRD pasir besi sampel <i>magnetite</i> tanpa PEG 6000 pada suhu 70 °C.....	10
Gambar 2.2 Pengaruh ukuran kristal dalam difraksi.....	11
Gambar 2.3 Pengaruh ukuran partikel pada saat difraksi.....	12
Gambar 2.4 Foto SEM sampel 4 (nanopartikel Fe ₃ O ₄ dengan variasi konsentrasi HCl 37%) dengan (a) perbesaran 1000x dan (b) perbesaran 10000x.....	14
Gambar 2.5 Struktur morfologi sampel pasir besi menggunakan SEM.....	15
Gambar 4.1 Pasir besi dari pasir tambang Sungai Megang Musi Rawas.....	21
Gambar 4.2 Pola XRD dan citra SEM pasir besi pasir tambang Sungai Megang Musi Rawas.....	22
Gambar 4.3 Pasir besi Fe ₃ O ₄ hasil kopresipitasi.....	23
Gambar 4.4 Grafik pola difraksi XRD dan citra SEM pasir besi sebelum kopresipitasi dan dikopresipitasi dengan variasi temperatur pelarutan sebesar 45°C, 60°C dan 75°C.....	25

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Karakteristik unsur Besi.....	15
Tabel 2.2 Komposisi senyawa pasir besi dari hasil sampel pasir besi di dua tempat yang berbeda	16
Tabel 4.1 Kemurnian pasir besi Sungai Megang Musi Rawas	26
Tabel 4.2 Ukuran kristal pasir besi.....	28

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR ISI	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Penelitian	3
1.3. Batasan Penelitian	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Sebaran Pasir Besi di Indonesia	5
2.2. Pasir Besi	5
2.3. Sifat-sifat yang ada pada Pasir Besi.....	6
2.4. Pengaplikasian Pasir Besi.....	7
2.5. Ekstraksi Pasir Besi.....	8
a. Metode MSB (<i>Methanol Soap Bath</i>).....	8
b. Metode Kopresipitasi.....	8
2.6. Karakterisasi Pasir Besi.....	9
2.6.1 Karakterisasi <i>X-Ray Diffractions</i> (XRD)	9
2.6.2 Karakterisasi <i>Scanning electron microscopy</i> (SEM)	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1. Tempat dan Waktu Pelaksanaan	18
3.2. Alat dan Bahan Penelitian	18
3.2.1 Alat	18
3.2.2 Bahan	18
3.3. Tahapan Penelitian.....	19

3.3.1. Ekstraksi Pasir Besi dengan Metode Kopresipitasi.....	19
3.3.2. Memberikan perlakuan berdasarkan variasi suhu.....	19
3.3.3. Karakterisasi menggunakan XRD dan SEM EDS.....	19
3.4 Diagram alir penelitian.....	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1. Sintesis dan Karakterisasi Pasir Besi dari Pasir Tambang Sungai Megang Musi Rawas Menggunakan Metode Kopresipitasi.....	21
4.2. Karakterisasi <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD) dan <i>scanning electron microscope</i> (SEM-EDS) Pasir Besi Fe ₃ O ₄ dengan Variasi Optimasi Temperatur Pemanasan.....	24
BAB V PENUTUP	29
5.1. Kesimpulan.....	29
5.1. Saran.....	29
DAFTAR PUSTAKA	32
LAMPIRAN GAMBAR.....	35
LAMPIRAN PERHITUNGAN	40
LAMPIRAN ALAT DAN BAHAN	62

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pasir besi salah satu sumber material magnetik yang memiliki peranan yang sangat penting di Indonesia bahkan di perindustri internasional. Besi sangat diperlukan dalam pengolahan industri berat, seperti bahan untuk industri konstruksi, besi juga dapat dijadikan salah satu bahan baku untuk kendaraan bermotor yang mana pemakaiannya pada beberapa tahun terakhir ini bisa dikatakan mengalami peningkatan, sehingga dapat diprediksi dalam jangka waktu tertentu bisa saja bahan baku besi untuk kebutuhan industri tersebut akan habis. Maka diperlukan upaya untuk tetap mempertahankan keberadaannya di alam dengan melakukan penelitian yang berkaitan dengan pemanfaatan sumber daya tersebut.

Di kebanyakan negara, pasir besi dimanfaatkan sebagai bahan pemrosesan di industri logam. Salah satunya Indonesia, yang memiliki potensi lebih besar karena yang telah diketahui, wilayah perairan di negara Indonesia 77% dari total seluruh luas negaranya atau tiga kali lipat luas dibandingkan dengan daratan. Selain itu juga, Indonesia memiliki banyak garis pantai yang diperkitakan dapat dianggap memiliki potensi pasir besi yang sangat besar (Juharni, 2016). Dengan garis pantai sepanjang 2.333 km Pulau Lombok memiliki cukup banyak potensi untuk mengembangkan dari pasir besi, meskipun tidak semua pasir pantainya memiliki kandungan pasir besi, tetapi masih ada kemungkinan untuk dieksplorasi. Seperti pasir besi dari pantai yang ada di Kota Mataram, pasir besi disana memiliki warna sangat hitam, yang diperkitakan kandungan pasir besinya tinggi. Namun, pemanfaatan untuk sektor industri belum terlalu dikembangkan. Pasir besi masih digunakan untuk bahan campuran sebagai bahan bangunan, meskipun pada kenyataannya pasir besi yang memiliki kandungan oksida besi yang tinggi berpotensi untuk diolah dan menghasilkan harga jual yang lebih (Susilawati dkk., 2018).

Di sepanjang aliran Sungai Musi memiliki cukup sumber pasir besi yang banyak, karena terdapat pertambangan pasir sungai. Pasir sungai merupakan pasir yang bermuara dari pegunungan yang terkikis akibat arus aliran air. Karakteristik dari pasir sungai mempunyai bentuk lebih kasar tetapi warnanya yang mempunyai kesamaan dibandingkan dengan pasir yang ada di darat (Pataras dkk., 2017). Sumber daya alam

Kabupaten Musi Rawas dan Kota Lubuklinggau terdiri dari beragam macam, salah satu di dalamnya bahan material seperti air, semen, agregat serta pasir. Masih dibutuhkan banyak perhatian mengenai pemanfaatan sumber daya mineral yang ada di daerah Kabupaten Musi Rawas dan Kota Lubuklinggau untuk meningkatkan pembangunan daerah guna mewujudkan kesejahteraan masyarakat. Namun, perlu adanya penelitian lenih lanjut untuk mengetahui seberapa tinggi kualitas material untuk memaksimalkan pemanfaatannya pasir yang ada didaerah tersebut (Mulyati, 2016).

Kandungan mineral magnetik pada pasir besi seperti (α -Fe₂O₃) dan maghemit (γ -Fe₂O₃) membuka peluang untuk dimanfaatkan atau dikembangkan sebagai bahan baku industri (Kusuma, 2017). Banyak pengaplikasian pasir besi pada era sekarang terus dikembangkan oleh peneliti dari berbagai dunia menggunakan cara atau metode yang bervariasi, sehingga didapatkan ukuran nanometer untuk menghasilkan suatu produk dalam skala nanomaterial (Susilawati dkk., 2018). Partikel pasir besi pada skala nanometer mempunyai sifat yang unik, yaitu supermagnetik. Partikel ini mempunyai nilai koersivitas kecil serta memiliki nilai momen magnetiknya yang besar. Berdasarkan sifat magnetik yang dimiliki nanopartikel bisa dimodifikasi untuk pengaplikasian yang lebih luas, seperti bidang bioengineering, media penyimpanan data, sensor manetik, dapat juga dimanfaatkan dalam bidang medis untuk pengiriman obat yang langsung pada diduga kanker sehingga lebih efektif, dan dapat digunakan sebagai material penjernih air (Wulandari dan Erwin, 2020).

Pada tahun 2018, Hariyani, dkk., melakukan percobaan menggunakan metode kopresipitasi pada sintesis pasir besi dengan melakukan pelarutan dengan larutan asam pada suhu ruangan. Pada percobaan tersebut, pencucian dilakukan dengan menggunakan ethanol, kemudian ditambahkan NaOH dengan suhu 60°C. Dari percobaan tersebut didapatkan pasir besi dengan kandungan Fe sebesar 43,36%. Di tahun yang sama, Siti Nurjanah melakukan penelitian menggunakan variasi suhu dalam sintesis pasir besi. Variasi suhu yang digunakan pada saat pelarutan menggunakan HCl, yaitu 55, 65 dan 75 °C. Kemudian hasil pelarutan diendapkan dengan menggunakan NH₄OH sebagai pengendap magnetit selama 1 jam. Lalu hasil yang diperoleh dari sintesis dipanaskan pada suhu 200 °C. Pada sintesis hasil ekstrak akan diperoleh bahwa suhu mempengaruhi bentuk dari kristal pasir besi magnetit pada proses pelarutan. Susunan atom magnetit

akan membentuk struktur kristal ketika suhu pelarutan yang dilakukan semakin rendah, dengan ukuran yang dihasilkan sekitar 45,46 nm.

Dalam penelitian ini, pengolahan pasir besi akan diproses dengan menggunakan metode Kopresipitasi. Metode kopresipitasi merupakan sintesis yang memiliki tahapan sintesis paling sederhana dan tidak memerlukan perlakuan suhu tinggi ($T < 120^{\circ}\text{C}$) untuk proses sintesis sampel Fe_3O_4 . Kelebihan dalam menggunakan metode ini adalah karena metode ini lebih praktis dibandingkan metode lainnya, dan biaya yang dibutuhkan sangat terjangkau. Setelah proses ekstraksi sample pasir besi, selanjutnya pasir besi disintesis dengan memberi perlakuan variasi suhu pada saat pelarutan pasir besi menggunakan HCl. Dari variasi suhu tersebut akan dilihat pengaruh variasi suhu terhadap struktur dan ukuran kristalnya dengan menggunakan karakterisasi XRD (*X-Ray Diffraction*). Kemudian SEM-EDS akan digunakan untuk mengetahui morfologi dan unsur-unsur yang terkandung pada pasir besi.

1.2 RUMUSAN MASALAH

1. Bagaimana mengekstraksi pasir besi menggunakan metode Kopresipitasi.
2. Bagaimana mengetahui pengaruh variasi suhu pelarutan terhadap struktur dan ukuran kristal yang terkandung pada pasir besi menggunakan XRD
3. Bagaimana morfologi dan unsur-unsur yang terkandung di dalam pasir besi menggunakan SEM-EDS

1.3 BATASAN MASALAH

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Pasir besi (Fe_3O_4) disintesis dengan menggunakan metode kopresipitasi
2. Karakterisasi yang dilakukan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa jenis pengujian antara lain : pengujian XRD dan pengujian SEM-EDS.
3. Temperatur sintesis yang dilakukan dengan variasi suhu pelarutan 45°C , 60°C dan 75°C terhadap ukuran kristal dan morfologi permukaan.

1.4 TUJUAN PENELITIAN

1. Mengekstrak pasir tambang Sungai Megang Musi Rawas, untuk mendapatkan pasir besi dengan metode Kopresipitasi

2. Mengetahui struktur serta ukuran kristal dari pasir besi menggunakan XRD
3. Menganalisis morfologi dan unsur-unsur yang terkandung di dalam pasir besi dengan menggunakan SEM-EDS

1.5 MANFAAT PENELITIAN

1. Untuk meningkatkan kemampuan dalam melakukan proses sintesis pasir besi dan meningkatkan kemampuan dalam analisis hasil karakterisasi yang digunakan.
2. Menemukan informasi baru terhadap karakteristik magnetik yang terkandung didalam pasir besi Sungai Megang Musi Rawas serta dapat memaksimalkan pemanfaatan pasir besi, contohnya dimanfaatkan sebagai bahan material penjernih air

DAFTAR PUSTAKA

- Alfarisah, S., Rifai, D.A., dan Toruan, P.L., 2018. *Studi Difraksi Sinar-X Struktur Nano Seng Oksida (ZnO)*. Jurnal risalah Fisika, 2(2) : 54.
- Basith, A., Taufiq, A., Sunaryono dan Darminto, 2012. *Pengaruh Pemanasan pada Struktur Kristal dan Sifat Kemagnetan Fe_3O_4 dari Pasir Besi*. Jurnal Fisika dan Aplikasinya. 2(8) : 1-3.
- Bhakti H. D. dan Mashuri (2019) *Pengaruh Ukuran Partikel Fe_3O_4 Dari Pasir Besi Sebagai Bahan Penyerap Radar Pada Frekuensi X-Band dan Ku-Band*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Bilalodin, Sunardi dan Muhtar, E., 2013. *Analisis Kandungan Senyawa Kimia Dan Uji Sifat Magnetik Pasir Besi Pantai Ambal*. Jurnal Fisika Indonesia, 17(50):29.
- Bukit, N., Farida, E., Simamora, P. dan Sinaga, T., 2015. *Analisis Difraksi Nanopartikel Fe_3O_4 Metode Kopresipitasi Dengan Polietilen Glikol 6000*. Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal) SNF, 1(4) : 163-166.
- Callister, W.D. dan D. G. Rethwisch. 2009. *Materials Science and Engineering An Introduction*. 8th ed. United States of America: John Wiley & Sons, Inc.
- Elsafitri, O., Nasri, M. Z. dan Deswardani, F., *Sintesis Dan Karakterisasi Nanopartikel Fe_3O_4 (Magnetite) Dari Pasir Besi Sungai Batanghari Jambi Yang Dienkapsulasi Dengan Polyethylene Glycol (Peg-4000)*. Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako Online (JPFT), 03 (08) : 97-103.
- Gunanto, Y. E., Izaak, M. P., Jobilling, E., Cahyadi, L dan Adi, W. A., 2017. *High purity Fe_3O_4 from Local Iron Sand Extraction*. Journal Of Physics
- Handoko, E., Soegijono, B., dan Tama F. R., 2019. *Teknik Difraksi Sinar-X dalam Analisis Struktur Kristal*. 2019. Indonesia Dokumen : Jakarta.
- Hariyani, Yufi. (2018). *Sintesis $MgTiO_3$ Menggunakan Metode Pencampuran Logam Terlarut dengan PEG 400, 1000 dan Karakterisasi Sifat Absorbansi Lapisan Tebalnya*. Surabaya: Tugas Akhir, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Hilman, P. M., 2014. *Pasir Besi Di Indonesia. Pusat Sumber Daya Geologi* : Bandung.
- Indrayana I. P. T., 2019. *Review Fe_3O_4 dari pasir besi : Sintesis, karakterisasi, dan fungsionalisasi hingga aplikasinya dalam bidang nanoteknologi maju*. Jurnal UNIERA 02 (08) : 65-75
- Ishlah, T., 2012. *Potensi Bijih Besi Indonesia Dalam Kerangka Pengembangan Kluster Industri Baja*. Jurnal Teknologi Mineral dan Batu Bara, 1(8):1.
- Juharni, 2016. *Karakteristik Pasir Besi Di Pantai Marina Kabupaten Bantaeng*. Skripsi, UIN ALAUDIN Makassar.
- Kholishoh, M. N. dan Darminto, 2016. *Analisis Struktur Lapisan Fe_3O_4 pada Substrat Logam Tembaga dengan Metode Spin-coating*. Jurnal Fisika dan Aplikasinya, 01 (12):39-46.

- Kusuma, R., 2017. *Analisis Struktur Kristal Dan Sifat Magnetik Pasir Besi Sungai Bengawan Solo Kecamatan Trucuk Kabupaten Bojonegoro*. Jurnal Of Applied Physics, 1(4):1.
- Malega, F., Indrayana, P. T. dan Suharyadi, E., 2018. *Synthesis and characterization Of the microstructure and functional group Bond of Fe₃O₄ nanoparticles from natural iron sand In tobelo north halmahera*. Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-BiRuNi, 07 (02) : 129-138.
- Mulyati, E., 2016. *Pengujian kuat tekan beton dengan muatan lokal pasir Siring Agung dan batu pecah Malis*. Jurnal Teknik, 01 (03) : 83-93.
- Mulyanti dan Masril, O., 2013. *Analisa Pemanfaatan Pasir Sungai Untuk Campuran Beton Di Kabupaten Padang Pariaman*. Jurnal Momentum, 1(4):19.
- Novrianti, M. Efendi, R. dan Sandara. 2018. *Identifikasi Mineralisasi Bijih Besi Menggunakan Metode Geomagnet di Desa Pangalasiang Kabupaten Donggala*. Best Journal, 01 (17) : 11-18.
- Parasdiantika, R. dan Susanto., 2016. *Preparasi dan Penentuan Jenis Oksida Besi pada Material Magnetik Pasir Besi Lansilowo*. Jurnal Tekno Sains, 1(6):11.
- Pataras M., Astira, I. F. Arliyansyah, J., Rangkuti, P. dan Roynaldo, B., 2017. *Analisis Penggunaan pasir pantai, darat, dan sungai terhadap kinerja laston dan alat laston wearing course*. Uniid : 479-497.
- Pratiwi, Y., Ramli dan Ratnawulan, 2017. *Pengaruh Waktu Milling Terhadap Struktur Kristal Magnetite (Fe₃O₄) Berbahan Dasar Mineral Vulkanik Dari Gunung Talang Sumatera Barat*. Jurnal Pillar, 1(10):103
- Rifai H., Erni dan Irvan I. 2010. *Ekstraksi Magnetik pada Methanol-Soap Bathed Muds*. Jurnal Penelitian Sains 1B (14) : 25-28.
- Sari, E. O., Fadli A. dan Amri. A. 2019. *Pengaruh suhu dan waktu reaksi terhadap Pembentukan nanopartikel magnetit (Fe₃O₄) Secara hidrotermal*. Jurnal Sains dan Teknologi. 18 (1) : 8-13
- Setyaningsih, N. E., Muttaqin, R dan Mar'ah, I., 2017. *Optimalisasi Waktu Pelapisan Emas Palladium pada Bahan Komposit Alam Untuk Karakterisasi Morfologi dengan Scanning Electron Microscopy (SEM) Energy dispersive x-ray spectroscopy (EDX)*. Jurnal Physics Communication, 1(2):37.
- Silaban, D. M., Erwin, Yanuar dan Malik, U., 2012. *Sifat Magnetik Endapan Pasir Besi Pantai Kota Pariaman Sumatera Barat*. Jurnal Fakultas Teknik Universitas Pasir Pengaraian, 2(8):19.
- Siti Nurjanah, 2018. *Karakterisasi Nanopartikel Magnetik Fe₃O₄ Pasir Besi Glagah Kulon Progo dengan Metode Kopersipitasi*. Skripsi, UNY Yogyakarta.
- Sujatno, A., Salam, R., Bandriyana, Dimiyati, A., 2015. *Studi Scanning Electron Microscopy (SEM) Untuk Karakterisasi Proses Oksidasi Paduan Zirkonium*. Jurnal Forum Nuklir (JFN), 2(9):45.

- Suminta, S., 2003. *Simulasi Pola Difraksi Sinar X Berbagai Jenis Mineral Zeolit Alam Dengan Program Rietan*. Jurnal Zeolit Indonesia, 1(2):46.
- Susilawati, Doyan, A., Taufik, M., Wahyudi, Gunawan, E. R., Kosim, Fithriyani, A., Khair, H., 2018. *Identifikasi Kadungan Fe Pada Pasir Besi Alam Di Kota Mataram*. Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi, 1(4):19.
- Swastika, P. E., Herdeyanti, F., Prasetyowato, R., Ariswan dan Warsono 2021. *Effect of hcl concentration on microstructure and magnetic Properties of fe3o4 nanoparticles synthesized from iron sand in Glagah beach kulonprogo*. Jurnal Sains Dasar, 10(1) : 24-29.
- Syafitri, R.D. dkk., 2016. *Pembuatan Material Ferroelektrik Barium Titanat (BaTiO₃) menggunakan Metode Kopresipitasi*. Jurnal Fisika dan Aplikasinya, 03 (12) : 112-115.
- Tiwow, V. A., Arsyad, M., Pallan, P. dan Rampem M.J., 2017. *Analysis of mineral content of iron sand deposit in Bontokanang Village and Tanjung Bayang Beach, South Sulawesi, Indonesia*. Seminar Nasional Fisika (SNF), 1-7.
- Wardani, A. P., 2010. *Pembuatan Simulasi Intensitas Total Sinar-X Terdifraksi Untuk Menghitung Presentase Fasa dan Fraksi Volume Dalam Campran Unsur Si dan Ni*. Skripsi, Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Widianto, E., Kardiman dan Triandi, R., 2018. *Karaterisasi Pasir Besi Alam Pantai Samudera Baru dan Pemanfaatannya Sebagai Filler pada Sistem Penyaringan Elektromagnetik*. Jurnal Riset Sains dan Teknologi, 1(2):17.
- Wulandhari, A. dan Erwin. 2020. *Penentuan Sifat Magnetik dan Morfologi Partikel Magnetik Pasir Besi Pantai Arta Pariaman Sumatera Barat*. Jurnal Komunikasi Fisika Indonesia, 01 (17) : 14-18.