

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI MATERIAL KOMPOSIT
YTTRIUM IRON GARNET ($Y_3Fe_5O_{12}$) DAN BARIUM
MONOFERRITE ($BaFe_2O_4$) DENGAN VARIASI KOMPOSISI
SEBAGAI PENYERAP GELOMBANG MIKRO**

SKRIPSI

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana di Jurusan Fisika pada
Fakultas MIPA**

Oleh :

PUTRI AFLAH DINA

08021282126041



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2025

LEMBAR PENGESAHAN

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI MATERIAL KOMPOSIT YTTRIUM
IRON GARNET ($Y_3Fe_5O_{12}$) DAN BARIUM MONOFERRITE ($BaFe_2O_4$)
DENGAN VARIASI KOMPOSISI SEBAGAI PENYERAP GELOMBANG
MIKRO**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains Bidang Fisika
Fakultas MIPA

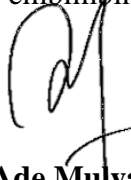
Oleh:

PUTRI AFLAH DINA

NIM. 08021282126041

Indralaya, Maret 2025
Menyetujui,

Pembimbing II



Ade Mulyawan, S.Si., M.Eng
NIP. 199204072015031004

Pembimbing I



Dr. Ramlan
NIP.1966041019930301003

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika



Dr. Friansyah Virgo, S.Si., M.T.
NIP. 197009101994121001

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, Mahasiswa Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya:

Nama : Putri Aflah Dina

NIM : 08021282126041

Judul TA : Sintesis Dan Karakterisasi Material Komposit Yttrium Iron Garnet ($Y_3Fe_5O_{12}$) Dan Barium Monoferrite ($BaFe_2O_4$) Dengan Variasi Komposisi Sebagai Penyerap Gelombang Mikro

Dengan ini saya menyatakan skripsi yang saya susun merupakan hasil karya sendiri yang didampingi oleh dosen pembimbing dalam proses penyelesaiannya serta mengikuti etika penulisan karya ilmiah tanpa adanya tindakan plagiat, sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains di Program studi Fisika FMIPA Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya tanpa ada paksaan dari pihak manapun. Apabila ditemukan adanya unsur plagiat dalam skripsi ini. Maka, saya siap bertanggung jawab secara akademik dan menjalani proses hukum yang telah ditetapkan.

Indralaya, Maret 2025

Yang menyatakan



Putri Aflah Dina
NIM. 08021282126041

KATA PENGANTAR



Puji dan syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penyusunan proposal penelitian yang berjudul **“Sintesis dan Karakterisasi Material Komposit Yttrium Iron Garnet ($Y_3Fe_5O_{12}$) dan Barium Mono Ferit ($BaFe_2O_4$) dengan Variasi Komposisi Sebagai Penyerap Gelombang Mikro”** dapat terselesaikan dengan baik. Penelitian tugas akhir ini akan dilaksanakan di Pusat Material Maju (PRMM), Badan Riset dan Inovasi Negara (BRIN), Kawasan Puspitek Serpong, Tangerang Selatan, 15314 Banten Indonesia, bertujuan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya, setelah memenuhi syarat-syarat yang ditentukan dalam kurikulum Jurusan.

Penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan dan keterbatasan penulis dalam menyelesaikan laporan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan masukan, baik saran maupun kritik yang sifatnya membangun. Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini terutama kepada dosen Dr. Ramlan (Pembimbing I) dan Bpk Ade Mulyawan, S.Si., M.Eng (Pembimbing II) yang telah banyak memberikan bimbingan, nasihat, motivasi serta membantu dalam pelaksanaan penelitian skripsi. Penulis ucapkan terimakasih juga kepada:

1. Allah Subhanallahu Wa Ta'ala yang telah memberikan hidayah, rahmat dan ridho-Nya lah penulis dapat menyelesaikan skripsi dan laporan ini sebaik-baiknya.
2. Kedua orang tua, abah (Amirudin) dan mama (Mardiana) serta kakak-kakak, Rudy Perdana Maru, Dwi Satria, dan Tri Al-Ali Ammar beserta

kakak ipar yang telah berjasa serta memberikan izin, dan dukungannya untuk menyelesaikan skripsi ini dengan sebaik-baiknya.

3. Bapak Ade Mulyawan, S.Si., M.Eng. selaku pembimbing II saya ucapkan sebesar-besarnya terima kasih karena telah membantu saya dalam menyelesaikan laporan skripsi, serta memberikan ilmu dan wawasan terkait penelitian ini serta saran yang sangat membangun untuk masa depan yang lebih baik.
4. Bapak Prof. Hermansyah, S.Si., M.T., Ph.D selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Friansyah Virgo, S.Si., M.T. selaku Ketua Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya yang telah memberikan izin untuk mengerjakan skripsi.
6. Ibu Dr. Netty Kurniawati, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing akademik yang telah membantu, memberikan saran dan masukan untuk penulis selama perkuliahan dan dalam pengerjaan skripsi.
7. Ibu Dr. Jorena, M.Si selaku dosen pembahas dan penguji penulis yang telah memberikan saran dan masukan pada saat seminar proposal dan sidang.
8. Ibu Erni, S.Si., M.Si selaku dosen pembahas dan penguji penulis yang telah memberikan saran dan masukan pada saat seminar proposal dan sidang.
9. Bapak dan Ibu Dosen Fisika FMIPA Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu dan wawasan yang membantu penulis dalam menyelesaikan laporan ini sebaik-baiknya.
10. Bapak Drs. Yunasfi, M.Eng, Bapak Mashadi, M.Si, dan Bapak Yan, selaku peneliti yang telah mendukung dan membantu menyelesaikan skripsi.
11. Fadhil Aufa Hadi Muhammad teman dekat penulis sekaligus musuh yang telah membantu banyak, serta menemani dan mendukung dalam menyelesaikan skripsi.
12. Nabila Izzah Dzikiristya, teman dekat saya dari kecil hingga saat ini yang, menemani, dan mendukung penulis dalam menyelesaikan skripsi.

13. Kak Mita, Kak Etik, Kak Okta, Kak Rizky, Bang Marzuki, dan Bang Yoga selaku kakak tingkat yang telah membantu, menemani, dan mendukung penulis dalam menyelesaikan skripsi
14. Rusita Melinda dan teman-teman material magnet yang telah menemani dan saling mendukung dalam menyusun skripsi.
15. Almamater penulis Universitas Sriwijaya yang saya banggakan.
16. Semua pihak yang banyak membantu selama penelitian dan penulisan skripsi yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan dan kesalahan. Untuk itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk menyelesaikan skripsi ini lebih baik.

Demikian, semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis, pembaca, dan rekan-rekan mahasiswa khususnya bagi mahasiswa Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam dan pihak yang membutuhkan sebagai penambah wawasan dan ilmu pengetahuan. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Indralaya, Maret 2025
Penulis



Putri Aflah Dina
NIM. 08021282126041

**SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF YTTRIUM IRON
GARNET (Y₃FE₅O₁₂) AND BARIUM MONOFERRITE (BAFE₂O₄)
COMPOSITE MATERIAL WITH VARIATION OF COMPOSITION AS
MICROWAVE ABSORBER**

By:

**PUTRI AFLAH DINA
NIM. 08021282126041**

ABSTRACT

This study aims to determine the microwave absorption characteristics of the composite material Yttrium Iron Garnet (Y₃Fe₅O₁₂) and Barium Monoferrite (BaFe₂O₄), this research was carried out composition variations to observe the effect of magnetic properties of each different component. The synthesis of composite compounds was carried out by the solid reaction method. XRD analysis showed that both Yttrium Iron Garnet (Y₃Fe₅O₁₂) and Barium Monoferrite (BaFe₂O₄) phases were successfully formed in all samples. SEM shows a rounded surface morphology and the higher the variation the larger the particle size. Better magnetization values were found in the 30% variation, with a balance of Ms (8 emu/g) and Hc (82.5 Oe) values. The microwave absorption capability of Y_{2.5}La_{0.5}Fe₅O₁₂ + Ba_{0.9}Sr_{0.1}Fe₂O₄ composite material at C-band frequency is 4-8 GHz and X-band is 8-12 GHz, which shows that this material is able to absorb microwaves up to 90%. Microwave absorption at YB 5% (C-band 97.71%, 91.29%, and X-band 96.79%), YB 10% (C-band 98.23%, 92.87%, and X-band 97%), YB 30% (C-band 98.74%, 93.24%, and X-band 97.65%), and YB 50% (C-band 98.53%, 92.60%, and X-band 97.07%).

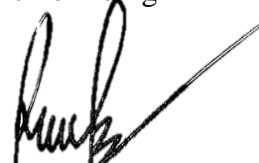
Keywords: Absorption, Magnetic, Composite, Barium, Garnet
Indralaya, Maret 2025
Menyetujui,

Pembimbing II



Ade Mulyawan, S.Si., M.Eng
NIP. 199204072015031004

Pembimbing I



Dr. Ramlan
NIP. 1966041019930301003

Mengetahui,

Ketua Jurusan Fisika



Dr. Friansyah Virgo, S.Si., M.T.
NIP. 197009101994121001

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI MATERIAL KOMPOSIT YTTRIUM
IRON GARNET ($Y_3Fe_5O_{12}$) DAN BARIUM MONOFERRITE ($BaFe_2O_4$)
DENGAN VARIASI KOMPOSISI SEBAGAI PENYERAP GELOMBANG
MIKRO**

Oleh:

**PUTRI AFLAH DINA
NIM. 08021282126041**

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengetahui karakteristik penyerapan gelombang mikro dari komposit material Yttrium Iron Garnet ($Y_3Fe_5O_{12}$) dan Barium Monoferrite ($BaFe_2O_4$) penelitian ini dilakukan variasi komposisi untuk observasi pengaruh sifat magnetik tiap komponen yang berbeda. Sintesis senyawa komposit dilakukan dengan metode reaksi padatan. Hasil penelitian analisis XRD menunjukkan bahwa kedua fasa Yttrium Iron Garnet ($Y_3Fe_5O_{12}$) dan Barium Monoferrite ($BaFe_2O_4$) berhasil terbentuk pada semua sampel. SEM menunjukkan morfologi permukaan berbentuk *rounded* dan semakin tinggi variasinya semakin besar ukuran partikelnya. Nilai magnetisasi lebih bagus terdapat pada variasi 30%, dengan keseimbangan nilai M_s (8 emu/g) dan H_c (82.5 Oe). Kemampuan penyerapan gelombang mikro material komposit $Y_{2.5}La_{0.5}Fe_5O_{12} + Ba_{0.9}Sr_{0.1}Fe_2O_4$ pada frekuensi C-band adalah 4-8 GHz dan X-band adalah 8-12 GHz, yang menunjukkan bahwa material ini mampu menyerap gelombang mikro hingga 90%. Penyerapan gelombang mikro pada YB 5% (C-band 97.71%, 91.29%, dan X-band 96.79%), YB 10% (C-band 98.23%, 92.87%, dan X-band 97%), YB 30% (C-band 98.74%, 93.24 %, dan X-band 97.65%), dan YB 50% (C-band 98.53%, 92.60%, dan X-band 97.07%)

Kata kunci: Penyerap gelombang, Magnetik, Komposisi, Barium, Garnet

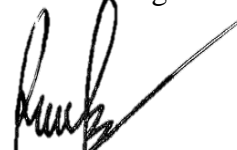
Indralaya, Maret 2025
Menyetujui,

Pembimbing II



Ade Mulyawan, S.Si., M.Eng
NIP.199204072015031004

Pembimbing I



Dr. Ramlan
NIP.1966041019930301003

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika



Dr. Friansyah Virgo, S.Si., M.T.
NIP: 197009101994121001

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS ...	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRACT	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR SINGKATAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	15
1.1 Latar Belakang	15
1.2 Rumusan Masalah	17
1.3 Tujuan Penelitian.....	17
1.4 Batasan Masalah.....	17
1.5 Manfaat Penelitian.....	17
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	Error! Bookmark not defined.
2.1 Gelombang Elektromagnetik.....	Error! Bookmark not defined.
2.2 Gelombang Mikro	Error! Bookmark not defined.
2.3 Barium Monoferrite ($BaFe_2O_4$).....	Error! Bookmark not defined.
2.4 Yttrium Iron Garnet ($Y_3Fe_5O_{12}$).....	Error! Bookmark not defined.
2.5 Metode <i>Solid-State Reaction</i>	Error! Bookmark not defined.
2.6 Karakterisasi Komposit $Y_3Fe_5O_{12}/BaFe_2O_5$	Error! Bookmark not defined.
2.6.1 <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	Error! Bookmark not defined.
2.6.2 <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM).....	Error! Bookmark not defined.
2.6.3 <i>Vibrating Sample Magnetometer</i> (VSM).....	Error! Bookmark not defined.
2.6.4 <i>Vector Network Analyzer</i> (VNA)	Error! Bookmark not defined.
BAB III METODE PENELITIAN	Error! Bookmark not defined.
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.2 Metode Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
3.3 Alat dan Bahan Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
3.3.1 Alat Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
3.3.2 Bahan Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.3.3 Alat Karakterisasi.....	Error! Bookmark not defined.
3.4 Prosedur Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
3.4.1 Preparasi Bahan Komposit $Y_{2.5}La_{0.5}Fe_5O_{12}$ dan $Ba_{0.9}Sr_{0.1}Fe_2O_4$	Error! Bookmark not defined.
3.4.2 Proses <i>Mechanical Milling</i>	Error! Bookmark not defined.
3.4.3 Proses Pengeringan	Error! Bookmark not defined.
3.4.4 Proses Sintering.....	Error! Bookmark not defined.
3.4.5 Karakterisasi Bahan.....	Error! Bookmark not defined.

3.5 Diagram Alir Penelitian	Error! Bookmark not defined.
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	Error! Bookmark not defined.
4.1 Analisis pembentukan fasa dengan analisis spektrum <i>X-Ray Diffraction</i> XRD	Error! Bookmark not defined.
4.2 Morfologi permukaan material komposit $Y_{2.5}La_{0.5}Fe_5O_{12} + Ba_{0.9}Sr_{0.1}Fe_2O_4$ (SEM).....	Error! Bookmark not defined.
4.2.1 Morfologi permukaan material komposit $Y_{2.5}La_{0.5}Fe_5O_{12} + Ba_{0.9}Sr_{0.1}Fe_2O_4$ variasi komposisi 5%	Error! Bookmark not defined.
4.2.2 Morfologi permukaan material komposit $Y_{2.5}La_{0.5}Fe_5O_{12} +$	Error! Bookmark not defined.
$Ba_{0.9}Sr_{0.1}Fe_2O_4$ variasi komposisi 10% ..	Error! Bookmark not defined.
4.2.3 Morfologi permukaan material komposit $Y_{2.5}La_{0.5}Fe_5O_{12} +$	Error! Bookmark not defined.
$Ba_{0.9}Sr_{0.1}Fe_2O_4$ variasi komposisi 30% ..	Error! Bookmark not defined.
4.2.4 Morfologi permukaan material komposit $Y_{2.5}La_{0.5}Fe_5O_{12} + Ba_{0.9}Sr_{0.1}Fe_2O_4$ variasi komposisi 50% ..	Error! Bookmark not defined.
4.3 Analisis VSM (<i>Vibrating Sample Magnetometer</i>)	Error! Bookmark not defined.
4.4 Sifat gelombang mikro dan karakteristik penyerapan gelombang mikro (VNA)	Error! Bookmark not defined.
BAB V PENUTUP.....	Error! Bookmark not defined.
5.1 Kesimpulan.....	Error! Bookmark not defined.
5.2 Saran.....	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA	18
LAMPIRAN.....	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 1 : Perhitungan Stoikiometri $Y_{2.5}La_{0.5}Fe_5O_{12}$ dan $BaSrFe_2O_4$...	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 2 : Perhitungan % penyerapan gelombang mikro	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 3 : Alat dan bahan penelitian	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 4 : Proses penelitian	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2. 1** Gelombang Elektromagnetik (Ari Adi et al., 200 C.E.). **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 2** Spektrum Gelombang Elektromagnetik (I et al., 2012)..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 3** Proses penyerapan gelombang oleh microwave absorbing material (Wardiyati et al., 2018a).....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 4** Struktur kristal dari material Barium monoforit ($BaFe_2O_4$) (Mulyawan et al., 2021).....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 5** Stuktur kristal Yttrium Iron Garnet ($Y_3Fe_5O_{12}$) (Hu et al., 2015).**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 6** Difraksi Sinar-X oleh bidang kristal (Putama Mursal, 2018).. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 7** Skema Scanning Electron Microscope (SEM)(Putama Mursal, 2018).**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 8** Prinsip kerja VSM (Tebriani, 2019).**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 9** Kurva histerisis (Carlo & Mardiansyah, 2013).**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 10** Skema alat uji karakterisasi VNA (Fardhiyansyah et al., 2020)**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 1** Pola difraksi Sinar-X sampel $Y_{2.5}La_{0.5}Fe_5O_{12} + Ba_{0.9}Sr_{0.1}Fe_2O_4$; 5%, 10%, 30%, dan 50% **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 2** Grafik refinement XRD $Y_{2.5}La_{0.5}Fe_5O_{12} + Ba_{0.9}Sr_{0.1}Fe_2O_4$; 5%, 10%, 30%, dan 50%**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 3** Struktur morfologi sampel komposit YB 5% dengan perbesaran (a) 2500x; (b) 5000x; (c) 10000x; (d) 20000x**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 4** Distribusi ukuran diameter partikel dari YB 5% **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 5 Mapping EDS (Energy Dispersive X-ray Spectroscopy) dengan perbesaran 2500x variasi komposisi YB 5%**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 6 Struktur morfologi sampel komposit YB 10% dengan perbesaran (a) 2500x; (b) 5000x; (c) 10000x; (d) 20000x**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 7 Distribusi ukuran diameter partikel dari YB 10% **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 8 Mapping EDS (Energy Dispersive X-ray Spectroscopy) dengan perbesaran 2500x variasi komposisi YB 10%**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 9 Struktur morfologi sampel komposit YB 30% dengan perbesaran (a) 2500x; (b) 5000x; (c) 10000x; (d) 20000x**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 10 Distribusi ukuran diameter partikel YB 30%**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 11 Mapping EDS (Energy Dispersive X-ray Spectroscopy) dengan perbesaran 2500x variasi komposisi YB 30%**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 12 Struktur morfologi sampel komposit YB 50% dengan perbesaran (a) 2500x; (b) 5000x; (c) 10000x; (d) 20000x.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 13 Distribusi ukuran diameter partikel YB 50%.**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 14 Mapping EDS (Energy Dispersive X-ray Spectroscopy) dengan perbesaran 2500x variasi komposisi YB 50% **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 15 (a) kurva histerisis magnetisasi dari variasi 5%, 10%, 30%, dan 50%**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 16 Kurva penyerapan gelombang pada material YB 5%..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 17 Kurva penyerapan gelombang pada material YB 10%..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 18 Kurva penyerapan gelombang pada material YB 30%..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 19 Kurva penyerapan gelombang pada material YB 50%,..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 20 Grafik gabungan serapan gelombang mikro material YB 5%, 10%, 30%, dan 50%.**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR TABEL

- Tabel 2. 1** Aplikasi Barium**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3. 1** Alat Sintesis Material $Y_{2.5}La_{0.5}Fe_5O_{12}$ dan $Ba_{0.9}Sr_{0.1}Fe_2O_4$**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3. 2** Bahan Sintesis Material $Y_{2.5}La_{0.5}Fe_5O_{12}$ **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3. 3** Perhitungan Massa Bahan**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3. 4** Bahan Sintesis Material $Ba_{0.9}Sr_{0.1}Fe_2O_4$ **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3. 5** Perhitungan Massa Bahan**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 1** Struktur parameter dari material $BaFe_2O_4 / Y_3Fe_5O_{12}$**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 2** Massa komposisi elemen penyusun**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.3** Perbandingan terperinci dari sifat magnetik material $Y_{2.5}La_{0.5}Fe_5O_{12} + Ba_{0.9}Sr_{0.1}Fe_2O_4$ **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.4** Nilai *reflection loss* (RL) dari hasil uji penyerapan gelombang mikro**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR SINGKATAN

BaFe₂O₄	= Barium Monoferrite
COD	= Crystalline Open Database
EAB	= Effective Absorption Bandwidth
EDS	= Energy Dispersive X-ray Spectroscopy
GSAS	= General Structure Analysis System
HC	= Field of Coercivity
HEM	= High Energy Milling
MA	= Material Adsorbens
MAMs	= Microwave Absorbing Materials
Mr	= Magnetic Remanence
Ms	= Magnetic Saturation
RL	= Reflection Loss

SEM	= Scanning Electron Microscope
VNA	= Vector Network Analyzer
VSM	= Vibrating Sample Magnetometer
XRD	= X-Ray Diffraction
YB	= Yttrium dan Barium
Y₃Fe₅O₁₂	= Yttrium Iron Garnet
YIG	= Yttrium Iron Garnet
UHF	= Ultra High Frequency
GHz	= Gigahertz
SSR	= Solid State Reaction
GoF	= Goodness of Fit

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini, peningkatan teknologi nirkabel dan komunikasi terus meningkat, dan gelombang mikro salah satu parameter fisis yang memegang peranan penting dalam teknologi ini terutama dalam aplikasinya seperti komunikasi seluler dan radar. Penggunaan gelombang mikro meningkatkan transfer informasi sehingga cepat dan efisien serta meningkatkan kemampuan deteksi dan pemantauan. Namun, seiring berjalannya waktu, peningkatan penggunaan peralatan elektronik juga dapat menyebabkan polusi elektromagnetik yang tidak dapat dipulihkan, sehingga membuat masalah ini semakin serius (Wei et al., 2020). Oleh karena itu, sangat penting untuk menciptakan bahan yang mampu meredam/menyerap radiasi gelombang elektromagnetik dan memblokir gelombang yang tidak diharapkan, sehingga dapat mengurangi tingkat interferensi dan meningkatkan kinerja sistem elektromagnetik. Menggunakan bahan yang menyerap radiasi gelombang mikro adalah salah satu strategi terbaik dalam mengatasi persoalan ini (Agnetik et al., 2018).

Untuk menanggulangi masalah interferensi gelombang mikro tersebut, penelitian mengenai pengembangan bahan penyerap gelombang mikro telah menjadi topik penelitian yang menarik dan sangat berkembang pesat saat ini. Salah satunya yakni pengembangan bahan penyerap gelombang mikro yang tidak diinginkan pada rentang frekuensi yang telah ditentukan (4-12GHz) (Agnetik et al., 2018). Material ini memiliki kemampuan yang baik dalam menyerap gelombang mikro sehingga sering digunakan dalam pengembangan teknologi siluman (*stealth*) pada alutsista militer sebagai penyerap gelombang radar yang dikenal sebagai *Microwave Absrobing Materials* (MAMs). MAMs yang diinginkan harus memiliki nilai parameter fisis tertentu seperti permitivitas dan permeabilitas untuk menghilangkan gangguan elektromagnetik yang tidak diinginkan. Dalam aplikasinya, MAMs menjadi peranan penting salah satunya membantu peralatan

militer untuk menghindari deteksi radar (Yunasfi et al., 2020). Prinsip kerja bahan penyerap gelombang mikro adalah dengan menyerap gelombang mikro yang datang dan menjadi energi panas melalui konversi yang tidak dapat diubah (*irreversible conversion*) atau menghentikan transmisi gelombang mikro melalui mekanisme refleksi berdasarkan bahan. Terdapat beberapa parameter yang dapat memengaruhi sifat fisis dan magnetik serta struktur kristal, termasuk melalui penggunaan butiran bubuk yang lebih halus atau penggunaan aditif yang dapat mengubah ukuran dan struktur kristal (Ramlan et al., 2020). Bahan penyerap gelombang mikro terdiri dari material yang memiliki sifat dielektrik tinggi seperti bahan polimer, keramik, atau komposit yang mengandung partikel penyerap gelombang mikro. Disamping itu harus memiliki karakteristik bobot yang rendah, *bandwidth* yang luas, ketebalan yang tipis (1.5 mm) dan nilai *reflection loss* (RL) yang rendah minimum $RL = -10$ dB (Min, 2020).

Pada penelitian sebelumnya oleh Mulyawan & Ari Adi (2018), yang juga menggunakan bahan $BaFe_2O_4$ menghasilkan *reflection loss* ($RL = -20$ dB) dan $Y_3Fe_5O_{12}$ menghasilkan RL (-8.22 dB & -14.21 dB) (Mulyawan, Hasnah, et al., 2023). MAMs yang baik memiliki nilai *reflection loss* (RL) sekitar -10 dB ($RL = -10$ dB), dengan nilai serapan 90% dan luas EAB ($_{RL = 10dB}$) seluasnya. Permittivitas $BaFe_2O_4$ yang kuat diketahui berkontribusi pada karakteristik dielektrik yang baik (Ben Chamekh et al., 2020).

Namun, untuk mendapatkan bahan penyerap gelombang yang baik berbasis bahan magnetik cukup sulit jika hanya bergantung pada satu material. Oleh karena itu, penelitian ini akan digunakan lebih dari satu material. Karena pada bahan material satu sisi memiliki nilai permitivitas tinggi tetapi nilai permeabilitas rendah ($\epsilon \uparrow, \mu \downarrow$) misalnya material yang berbasis magnetik lunak atau sebaliknya material yang berbasis magnetik keras, seperti $Y_3Fe_5O_{12}$ dan $BaFe_2O_4$ (Bilovol et al., 2023). $BaFe_2O_4$ akan divariasikan dengan $Y_3Fe_5O_{12}$, karena memiliki sifat magnetisasi saturasi yang baik, kehilangan dielektrik minimal, dan lebar garis resonansi yang sempit dalam gelombang mikro (Mallmann et al., 2013). Dengan harapan, interaksi

antara $Y_3Fe_5O_{12}$ & $BaFe_2O_4$ dan gelombang elektromagnetik akan membuat nilai *reflection loss* semakin rendah sekitar -10 dB.

Variasi akan dilakukan dengan komposisi $Y_3Fe_5O_{12}$ dan $BaFe_2O_4$ yaitu YB 5%, YB 10%, YB 30%, dan YB 50%. Dengan tujuan untuk observasi pengaruh sifat magnetik tiap komponen yang berlainan.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana sintesa komposit $Y_3Fe_5O_{12}$ dan $BaFe_2O_4$ sebagai bahan penyerap gelombang mikro?
2. Bagaimana pengaruh variasi komposisi $Y_3Fe_5O_{12}$ dan $BaFe_2O_4$ terhadap karakterisasi serapan gelombang mikro komposit?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menganalisis sintesis komposit $Y_3Fe_5O_{12}$ dan $BaFe_2O_4$ sebagai bahan penyerap gelombang mikro.
2. Menganalisis pengaruh dari variasi komposit $Y_3Fe_5O_{12}$ dan $BaFe_2O_4$ terhadap karakterisasi serapan gelombang mikro komposit.

1.4 Batasan Masalah

1. Sintesis komposit menggunakan material bahan berupa *Barium monoferrite*, *Yttrium Iron Garnet*, *Strontium Carbonat*, *Lanthanum (III) Oxide*, dan *Iron (III) Oxide*.
2. Mengetahui pengaruh variasi material yang digunakan dalam sintesis komposit $Y_3Fe_5O_{12}$ dan $BaFe_2O_4$ terhadap karakteristik serapan gelombang mikro.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi karakterisasi material komposit pada penyerap gelombang mikro yang efisien, serta sintesis dan modifikasi material untuk menciptakan teknologi dengan karakterisasi dan kemungkinan penggunaan militer.

DAFTAR PUSTAKA

- Agnetik, S. I. M., Nife, K. O., Mulyawan, A., & Adi, W. A. (2018). *NiFe₂O₄-NdFeO₃*. 2017, 105–114.
- Ari Adi, W., Yunasfi, Y., Mashadi, M., Sahidin Winatapura, D., Mulyawan, A., Sarwanto, Y., Edi Gunanto, Y., Taryana, Y., Mn, F., Ti, -x, Fe, N., & Sr Fe, -x. (200 C.E.). *Metamaterial: Smart Magnetic Material for Microwave Absorbing Material*. www.intechopen.com
- Awalin, N. (2017). Elektromagnetik rentang x-band dengan menggunakan penyerap pani konduktif dan barium m-heksaferrit terdoping ion zn. *10*(1), 17–29.
- Ben Chamekh, M., Ben Achour, Z., Thamri, A., Chtourou, R., Dhahri, E., & Touayar, O. (2020). Structural and electrical characterization of strontium doped barium titanate for radiometric measurement. *Chemical Physics Letters*, 761. <https://doi.org/10.1016/j.cplett.2020.138008>
- Berbahan, C. O., & Pasir, D. (2017). *Fandi Musthofa Ananda Saputra*.
- Bilovol, V., Sikora, M., & Berent, K. (2023). Exchange coupling in SrFe₁₂O₁₉/CoFe₂O₄ composites: Effect of component proportions. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 568. <https://doi.org/10.1016/j.jmmm.2023.170384>
- Chireh, M., Naseri, M., & Ghaedamini, H. (2021). Enhanced microwave absorption performance of graphene/doped Li ferrite nanocomposites. *Advanced Powder Technology*, 32(12), 4697–4710. <https://doi.org/10.1016/j.appt.2021.10.020>
- Dewi, S. H., Mulyawan, A., Sarwanto, Y., Winatapura, D. S., & Adi, W. A. (2023). Effect of La³⁺ substitution on structural, microstructure, magnetic properties, and microwave absorbing ability of yttrium iron garnet. *Journal of Rare Earths*, 41(4), 578–587. <https://doi.org/10.1016/j.jre.2022.03.003>
- Dewi, S. H., Mulyawan, A., Winatapura, D. S., Zulys, A., & Adi, W. A. (2021). Analisis Mikrostruktur Dan Sifat Magnetik Terhadap Pengaruh Suhu Sintering Pada Yttrium Iron Garnet Disintesis Menggunakan Metode Solgel. *Jurnal Riset Teknologi Industri*, 15(2), 403. <https://doi.org/10.26578/jrti.v15i2.7049>
- Elmahaishi, M. F., Azis, R. S., Ismail, I., & Muhammad, F. D. (2022). A review on electromagnetic microwave absorption properties: their materials and performance. *Journal of Materials Research and Technology*, 20, 2188–2220. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2022.07.140>
- Fardhiyansyah, M. A., Hendranto, G., & Mauludiyanto, A. (2020). Pengukuran dan Karakterisasi Kanal Propagasi Radio untuk Aplikasi Wireless Body Area Network dari Tubuh Pasien ke Data Collector Device di ICU Rumah Sakit. In *Jurnal Teknik ITS* (Vol. 8, Issue 2). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v8i2.42985>
- Gunanto, Y. E., Manawan, M., Izaak, M. P., Sitompul, H., Yunasfi, Y., & Adi, W. A. (2024). Structural and Magnetic Properties of Barium-Strontium-Hexaferrite

- Material $Ba_{0.6}Sr_{0.4}Fe_{10-x}Co_xMnTiO_{19}$ ($x = 0.5; 1.0; \text{ and } 1.5$) as Microwave Absorbers. *Journal of Mathematical and Fundamental Sciences*, 55(3), 208–221. <https://doi.org/10.5614/j.math.fund.sci.2024.55.3.1>
- Hakim, L., Dirgantara, M., & Nawir, M. (2019). Karakterisasi Struktur Material Pasir Bongkahan Galian Golongan C Dengan Menggunakan X-Ray Difrraction (X-RD) Di Kota Palangkaraya. *Jurnal Jejaring Matematika Dan Sains*, 1(1), 44–51. <https://doi.org/10.36873/jjms.v1i1.136>
- Hu, B., Hu, & Bolin. (2015). Crystal growth of hexaferrite architecture for magnetoelectrically tunable microwave semiconductor integrated devices. *PhDT*, May.
- I, Yu, C., Chen, R., Li, J. J., Li, J. J., Drahansky, M., Paridah, M. t, Moradbak, A., Mohamed, A. Z., Owolabi, FolaLi, H. abdulwahab taiwo, Asniza, M., Abdul Khalid, S. H. P., Sharma, T., Dohare, N., Kumari, M., Singh, U. K., Khan, A. B., Borse, M. S., Patel, R., ... Reading, F. (2012). We are IntechOpen , the world ' s leading publisher of Open Access books Built by scientists , for scientists TOP 1 % . *Intech, i(tourism)*, 13. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2011.12.014>
- Johan.A. (2010). Analisis Bahan Magnet Nanokristalin Barium Heksaferit ($BaO \cdot 6Fe_2O_3$) dengan Menggunakan High-Energy Milling. *Jurnal Penelitian Sains*, 14(1(B)), 19–24.
- Kuncoro, H. S., Sulistarihani, N., & Manulang, R. J. (2015). Sifat Densitas dan Kemagnetan Barium Ferit dari Partikel Nano $BaFe_{12}O_{19}$ yang Disintesis Menggunakan Metode Emulsi Mikro. *Jurnal Keramik Dan Gelas Indonesia*, 1, 61–71.
- Kurnia, A., & Sudarti. (2021). Analisis Keuntungan Dan Kendala Pemanfaatan Gelombang Mikro (Micro Wave) Pada Pesawat Radar. *Jurnal Ikatan Alumni Fisika Universitas Negeri Medan*, 8(3), 36–41.
- Mallmann, E. J. J., Sombra, A. S. B., Goes, J. C., & Fechine, P. B. A. (2013). Yttrium iron garnet: Properties and applications review. *Solid State Phenomena*, 202, 65–96. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/SSP.202.65>
- Marhaendrajaya dan Priyono, I. (2012). Sintesis dan karakterisasi material magnetik barium hexaferrite tersubstitusi menggunakan teori sol-gel untuk aplikasi serapan gelombang mikro pada frekuensi x-band (Vol. 15, Issue 2).
- Min, D. (2020). Enhanced Microwave Absorption Performance of Double-Layer Absorbers Containing $BaFe_{12}O_{19}$ Ferrite and Graphite Nanosheet Composites. *Journal of Electronic Materials*, 49(1), 819–825. <https://doi.org/10.1007/s11664-019-07730-5>
- Muhajir, M. A., & Asmi, D. (2015). Sintesis dan Karakterisasi Bahan Magnet Barium Heksaferit ($BaFe_{12}O_{19}$) Menggunakan Bahan Dasar Barium Karbonat ($BaCO_3$) dan Pasir Besi dari Daerah Pesisir Selatan Pandeglang-Banten. *Jurnal Teori Dan Aplikasi Fisika*, 03(01), 9–16.

- Mulyawan, A., & Ari Adi, W. (2018a). *Raman spectroscopy study, magnetic and microwave absorbing properties of modified barium strontium monoferrite Ba(1-x)Sr(x)Fe₂O₄*.
- Mulyawan, A., & Ari Adi, W. (2018b). *Raman spectroscopy study, magnetic and microwave absorbing properties of modified barium strontium monoferrite Ba(1-x)Sr(x)Fe₂O₄*.
- Mulyawan, A., Dewi, S. H., Yunasfi, Winatapura, D. S., Mashadi, & Adi, W. A. (2023). The effects of lanthanum ions substitution on properties and effective absorption bandwidth (EAB) of zinc ferrite. *Journal of Solid State Chemistry*, 327(August), 124275. <https://doi.org/10.1016/j.jssc.2023.124275>
- Mulyawan, A., Mustofa, S., Deswita, Ajiesastra, R. A., & Adi, W. A. (2021). The Effect of Mn⁴⁺ and Ni²⁺ Co-substitution Barium Monoferrite: Phase Formation, Raman Analysis, Magnetic Properties, and Microwave Absorbing Property Studies. *Journal of Superconductivity and Novel Magnetism*, 34(9), 2415–2429. <https://doi.org/10.1007/s10948-021-05942-7>
- Nursanni, B., Putra, K. P., & Nastiti, G. (n.d.). *Sintesis dan Karakterisasi Penyerapan Gelombang Mikro pada Komposit PANi-Barium Heksaferrit Tersubstitusi Mn dan Ti-CFO*.
- Nurulloh, M. I., Simbolon, L., & Deksino, G. R. (2022). Barium Ferrite Magnet As Anti-Radar Material. *Techno (Jurnal Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Purwokerto)*, 23(1), 61–68. <https://doi.org/10.30595/techno.v23i1.12407>
- Prasetyowati, R., Widiawati, D., Swastika, E., & Ariswan, W. (2021). Synthesis and characterization of magnetite (Fe₃O₄) nanoparticles based on iron sands at glagah beach kulon progo with coprecipitation methods at various NH₄OH concentrations. *J. Sains Dasar*, 10(2), 57–61.
- Priyono, Abidin, N., & Nurhasanah, I. (2019). Pengukuran permitivitas kompleks material magnetik menggunakan metode S-parameter dengan pendekatan Nicolson Rose-Weir. *Berkala Fisika*, 22(2), 56–61.
- Puspita, E., Melinia, L. A., Naibaho, M., Ramlan, R., & Ginting, M. (2022). Sintesis dan Karakterisasi Pasir Besi Sungai Musi Sumatera Selatan Menggunakan Metode Kopresipitasi. *Jurnal Penelitian Sains*, 24(3), 160. <https://doi.org/10.56064/jps.v24i3.717>
- Putama Mursal, I. L. (2018). Karakterisasi Xrd Dan Sem Pada Material Nanopartikel Serta Peran Material Nanopartikel Dalam Drug Delivery System. *Pharma Xplore : Jurnal Ilmiah Farmasi*, 3(2), 214–221. <https://doi.org/10.36805/farmasi.v3i2.491>
- Putra, K. P., & Priyono. (2015). Kajian sifat struktur kristal pada bahan barium heksaferrit yang ditambah variasi Fe²⁺ dan Fe³⁺ menggunakan. *Youngster Physics Journal*, 4(2), 1–8.
- Ramlan, Setiabudidaya, D., Suprapedi, Bama, A. A., & Muljadi. (2020). Study on the effect of CaO addition on micro structure and magnetic properties of BaFe₁₂O₁₉

- made using powder metallurgy technique. *AIP Conference Proceedings*, 2221. <https://doi.org/10.1063/5.0003036>
- Rivki, M., Bachtiar, A. M., Informatika, T., Teknik, F., & Indonesia, U. K. (n.d.). Analisis struktural kovarians pada indikator yang berhubungan dengan kesehatan di antara para lansia di rumah, dengan fokus pada perasaan subjektif tentang kesehatan. *No. 112*.
- Ştefan, I., Benga, G., Savu, I. D., Savu, S. V., & Olei, A. (2019). Preparation and Identification of Barium Monoferrite by Solid State Reaction Method. *Advanced Engineering Forum*, 34, 46–52. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/aef.34.46>
- Sujatno, A., Salam, R., Bandriyana, B., & Dimiyati, A. (2017). Studi Scanning Electron Microscopy (Sem) Untuk Karakterisasi Proses Oksidasi Paduan Zirkonium. *Jurnal Forum Nuklir*, 9(1), 44. <https://doi.org/10.17146/jfn.2015.9.1.3563>
- Tebriani, S. (2019). Analisis Vibrating Sample Magnetometer (VSM) Pada Hasil Elektrodeposisi Lapisan Tipis Magnetite Menggunakan Arus Continue Direct Current. *Natural Science Journal*, 5(1), 722–730.
- Thilagam, J. S. T., Vittal, Dr. M. V. R., Khan, Dr. G. A., & Reddy, B. S. (2022). Measurement and Analysis of Vector Network Analyzer. *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, 11(6), 41–46. <https://doi.org/10.35940/ijeat.f3681.0811622>
- Thomas B. McKee, N. J. D. and J. K. (1993). Analysis of Standardized Precipitation Index (SPI) data for drought assessment. *Water (Switzerland)*, 26(2), 1–72. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/5>
- Wardiyati, S., Ari Adi, W., Didin Sahidin Winatapura Pusat Sains dan Teknologi Bahan Maju, dan, Puspipstek, K., & selatan, T. (2018a). Sintesis dan Karakterisasi Microwave Absorbing Material Berbasis Ni-SiO₂ dengan Metode Sol-Gel. *Jurnal Fisika*, 8(2), 51–59.
- Wardiyati, S., Ari Adi, W., Didin Sahidin Winatapura Pusat Sains dan Teknologi Bahan Maju, dan, Puspipstek, K., & selatan, T. (2018b). Sintesis dan Karakterisasi Microwave Absorbing Material Berbasis Ni-SiO₂ dengan Metode Sol-Gel. *Jurnal Fisika*, 8(2), 51–59.
- Wei, B., Zhou, J., Yao, Z., Haidry, A. A., Qian, K., Lin, H., Guo, X., & Chen, W. (2020). Excellent microwave absorption property of nano-Ni coated hollow silicon carbide core-shell spheres. *Applied Surface Science*, 508. <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2020.145261>
- Yunasfi, Y., Mashadi, M., Mulyawan, A., & Adi, W. A. (2020). Synthesis of NiLaxFe(2-x)O₄ System as Microwave Absorber Materials by Milling Technique. *Journal of Electronic Materials*, 49(12), 7272–7278. <https://doi.org/10.1007/s11664-020-08489-w>
- Zhou, X., Liu, K., Wang, Q., Wu, Q., & Zheng, H. (2024). Magnetic and dielectric properties of Nd-Sn-Cu co-doped yttrium iron garnet ferrite. *Journal of Magnetism*

and Magnetic Materials, 591(January), 171777.
<https://doi.org/10.1016/j.jmmm.2024.171777>