

SINTESIS DAN KARAKTERISASI MATERIAL
 $La_xSr_{(1-x)}MnO_3$ ($0 \leq x \leq 1$) SEBAGAI *MICROWAVE*
***ABSORBER* PADA FREKUENSI 4-8 GHz DENGAN TEKNIK**
MILLING

SKRIPSI

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

OLEH:

NOVITA SARI

NIM. 08020282126061



JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2025

LEMBAR PENGESAHAN

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI MATERIAL $La_xSr_{(1-x)}MnO_3$
($0 \leq x \leq 1$) SEBAGAI *MICROWAVE ABSORBER* PADA FREKUENSI
4-8 GHz DENGAN TEKNIK MILLING**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
pada Program Studi Fisika Fakultas MIPA

Oleh:

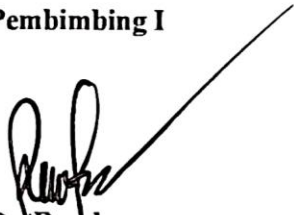
NOVITA SARI

NIM. 08020282126061


Indralaya, Februari 2025

Menyetujui,

Pembimbing I

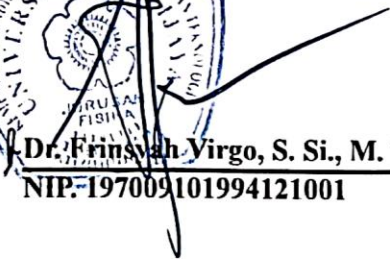


Dr. Ranlan
NIP. 196604101993031003

Pembimbing II


Mashadi, M.Si
NIP. 197103231995031002

Mengetahui,

Ketua Jurusan



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

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Novita Sari

NIM : 08021282126061

Judul TA : Sintesis dan Karakterisasi Material $La_xSr_{(1-x)}MnO_3$
($0 \leq x \leq 1$) sebagai *Microwave Absorber* pada Frekuensi
4-8 Ghz dengan Teknik *Milling*

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun dengan judul tersebut adalah asli atau orisinalitas, didampingi oleh dosen pembimbing dalam proses penyelesaian serta mengikuti etika penulisan karya ilmiah sampai pada waktu skripsi ini diselesaikan, sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Fisika FMIPA Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya tanpa ada paksaan dari pihak manapun. Apabila dikemudian hari terdapat kesalahan atau keterangan yang tidak benar dalam pernyataan ini, maka saya siap bertanggung jawab secara akademik dan bersedia menjalani proses hukum yang ditetapkan.

Indralaya, Maret 2025

menyatakan

a Sari

NIM. 08021282126061

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, kesehatan dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir yang berjudul **“Sintesis dan Karakterisasi Material $La_xSr_{(1-x)}MnO_3$ ($0 \leq x \leq 1$) sebagai *Microwave Absorber* pada Frekuensi 4-8 Ghz dengan Teknik *Milling*”** ini diselesaikan sebaik-baiknya. Skripsi ini dibuat sebagai tugas akhir yang dilaksanakan di Badan Riset dan Inovasi Negara (BRIN), Kawasan Puspitek Serpong, Tangerang Selatan. Penelitian ini untuk melengkapi persyaratan kurikulum agar dapat memperoleh gelar Sarjana Sains di Jurusan Fisika Fakultas Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan dan penyusunan tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan serta jauh dari kesempurnaan yang disebabkan oleh keterbatasan wawasan dan pengetahuan yang dimiliki. Oleh karena itu, penulis mengharapkan bantuan berupa kritik dan saran yang bersifat membangun penulis. Selanjutnya, penulis terima kasih kepada Dr. Ramlan selaku pembimbing I dan Bapak Mashadi, M.Si selaku pembimbing II yang telah banyak memberikan nasihat, motivasi, serta bantuan nya dalam penelitian skripsi. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah Subahnallahu Wa Ta’ala atas segala limpahan rahmat dan ridho-Nya yang selalu membimbing setiap langkah penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Kedua orang tua serta keluarga besar penulis yang telah memberikan dukungan baik materi maupun do’a kepada penulis.
3. Bapak Prof. Hermansyah, S.Si., M.T., Ph.D selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Dr. Frinsyah Virgo, S. Si., MT., selaku Ketua Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
5. Ibu Dr. Menik Ariani, S.Si., M.Si selaku pembimbing akademik penulis yang telah memberikan arahan dan saran kepada penulis selama perkuliahan.

6. Bapak dan Ibu Dosen Fisika FMIPA Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu dan wawasan yang membantu penulis dalam menyelesaikan laporan ini sebaik-baiknya.
7. Bapak Ade Mulyawan, S.Si., M. Eng., Drs. Yunasfi, M.Eng., dan Dr. Jan Setiawan, S.Si., M.Si. selaku peneliti yang telah membantu penulis selama melakukan riset di BRIN.
8. Teman-teman seperjuangan selama melakukan riset Aflah, Atri, Intan, Jelin, Melin, Mustari, Nunung, Rotul, Puja yang telah memberikan dukungan dan semangat.
9. Almamater Universitas Sriwijaya yang sangat penulis banggakan.
10. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu yang telah berkontribusi banyak dalam membantu penulis dalam melakukan penelitian maupun kepenulisan skripsi ini.
11. Terakhir tapi bukan akhir, terima kasih banyak kepada diri ku karena sudah bertahan dan berjalan sejauh ini.

Demikian, semoga dengan terselesaikan-nya skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan membantu banyak pihak khususnya rekan-rekan mahasiswa Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Indralaya, Maret 2025

Penulis



Novita Sari

NIM. 08021282126061

**SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF $\text{La}_x\text{Sr}_{(1-x)}\text{MnO}_3$
MATERIAL AS A MICROWAVE ABSORBER AT A FREQUENCY OF 4-8
GHZ BY MILLING TECHNIQUE**

By:

**NOVITA SARI
NIM. 08021282126061**

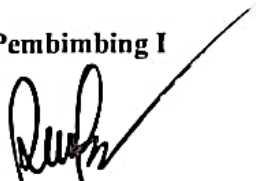
ABSTRACT

Synthesis and characterization of $\text{La}_x\text{Sr}_{(1-x)}\text{MnO}_3$ ($x = 0.0, 0.25, 0.50, 0.75, 1.0$) as microwave absorbers were conducted using mechanical milling. Starting materials included La_2O_3 , SrCO_3 , MnO_2 , and ethanol. The samples were mixed and milled for 5 hours, dried at 80°C for 24 hours, and sintered at 1000°C for 5 hours. XRD analysis revealed that SrMnO_3 ($x = 0.0$) formed a main phase of SrMnO_3 and a secondary phase of Mn_2O_3 , while $\text{La}_{0.25}\text{Sr}_{0.75}\text{MnO}_3$, $\text{La}_{0.50}\text{Sr}_{0.50}\text{MnO}_3$, and $\text{La}_{0.75}\text{Sr}_{0.25}\text{MnO}_3$ exhibited a main phase of LaSrMnO_3 and a secondary phase of SrMnO_3 . LaMnO_3 ($x = 1.0$) showed a main phase of LaMnO_3 and a secondary phase of MnO_3 . SEM characterization indicated particle sizes ranging from 100 to 800 nm, with an average size of ± 408.17 nm, and agglomeration due to magnetic interactions. VNA analysis showed the highest microwave absorption (97.61%) for $x = 0.0$ and the lowest (74.07%) for $x = 1.0$, indicating that La^{3+} substitution reduces absorption. This study provides a foundation for developing new microwave-absorbing materials based on the $\text{La}_x\text{Sr}_{(1-x)}\text{MnO}_3$ series.


Keywords: Absorber; Phase; Perovskite (LaSrMnO_3); Solid State Reaction

Indralaya, Februari 2025
Menyetujui,

Pembimbing I


Dr. Ramlan
NIP. 196604101993031003

Pembimbing II


Mashadi, M.Si
NIP. 197103231995031002

Mengetahui,
Ketua Jurusan

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

Sintesis Dan Karakterisasi Material $\text{La}_x\text{Sr}_{(1-x)}\text{MnO}_3$ Sebagai Microwave Absorber Pada Frekuensi 4-8 GHz Dengan Teknik Milling

Oleh:

NOVITA SARI
NIM. 08021282126061

ABSTRAK


Sintesis dan karakterisasi $\text{La}_x\text{Sr}_{(1-x)}\text{MnO}_3$ ($x = 0,0; 0,25; 0,50; 0,75; 1,0$) sebagai penyerap gelombang mikro dilakukan menggunakan teknik *mechanical milling*. Bahan yang digunakan meliputi La_2O_3 , SrCO_3 , MnO_2 , dan etanol. Sampel dicampur dan digiling selama 5 jam, dikeringkan pada suhu 80°C selama 24 jam, dan disintering pada suhu 1000°C selama 5 jam. Analisis XRD menunjukkan bahwa SrMnO_3 ($x = 0.0$) membentuk fase utama SrMnO_3 dan fase kedua Mn_2O_3 , sedangkan $\text{La}_{0,25}\text{Sr}_{0,75}\text{MnO}_3$, $\text{La}_{0,50}\text{Sr}_{0,50}\text{MnO}_3$, dan $\text{La}_{0,75}\text{Sr}_{0,25}\text{MnO}_3$ menunjukkan fase utama LaSrMnO_3 dan fase kedua SrMnO_3 . Untuk LaMnO_3 ($x = 1.0$) memiliki fase utama LaMnO_3 dan fase kedua MnO_3 . Karakterisasi SEM menunjukkan ukuran partikel berkisar antara 100 hingga 800 nm, dengan ukuran rata-rata $\pm 408,17$ nm, serta adanya aglomerasi partikel akibat interaksi magnetik. Analisis VNA menunjukkan penyerapan gelombang mikro tertinggi (97,61%) pada $x = 0,0$ dan terendah (74,07%) pada $x = 1,0$. Hal ini mengindikasikan bahwa dengan melakukan substitusi ion La^{3+} dapat mengurangi kemampuan penyerapan gelombang mikro. Studi ini memberikan dasar untuk pengembangan material penyerap gelombang mikro baru berbasis $\text{La}_x\text{Sr}_{(1-x)}\text{MnO}_3$.

Kata kunci: Absorber; Fasa; Perovskite (LaSrMnO_3); Reaksi Padatan


Indralaya, Februari 2025

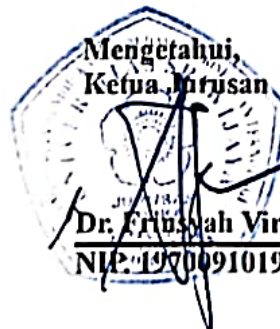
Menyetujui,

Pembimbing I


Dr. Ramman
NIP. 196604101993031003

Pembimbing II


Mashadi, M.Si
NIP. 197103231995031002



DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR SINGKATAN	xii
DAFTAR LAMBANG	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Gelombang Mikro	5
2.2 Material Perovskite.....	11
2.3 Strontium Manganite (SrMnO_3).....	12
2.3.1 Struktur Kristal SrMnO_3	12
2.3.2 Sifat Magnetik.....	13
2.3.3 Sifat Listrik	14
2.4 Lanthanum(III) Oxide (La_2O_3).....	14
2.5 <i>Mechanical Milling</i>	15
2.6 Alat- Alat Karakterisasi	17
2.6.1 XRD (<i>X-Ray Diffraction</i>).....	17
2.6.2 SEM (<i>Scanning Electron Microscopy</i>)	20
2.6.3 VNA (<i>Vector Network Analyzer</i>)	21
BAB III METODE PENELITIAN	24
3.1 Tempat dan Waktu	24
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	24
3.2.1 Alat Penelitian.....	24
3.2.1 Bahan Penelitian	25

3.3 Diagram Alir Penelitian.....	25
3.4 Prosedur Penelitian.....	27
3.4.1 Preparasi Bahan	27
3.4.2 Proses <i>Mechanical Milling</i>	28
3.4.3 Proses Pengeringan.....	28
3.4.4 Proses Pemasatan (<i>Compaction</i>).....	29
3.4.5 Proses Sintering	29
3.4.6 Pengujian Bahan	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
4.1 Hasil Analisis Karakterisasi <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	31
4.2 Hasil Analisis Karakterisasi Scanning Electron Microscopy (SEM)	37
4.3 Hasil Analisis Karakterisasi <i>Vector Network Analyzer</i> (VNA)	43
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	46
5.1 Kesimpulan.....	46
5.2 Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA.....	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Spektrum Gelombang Elektromagnetik.....	6
Gambar 2. 2 Skema Perambatan Gelombang Elektromagnetik	7
Gambar 2. 3 Aturan Hukum Optik dalam Gelombang Mikro	7
Gambar 2. 4 Struktur Ideal Perovskite	11
Gambar 2. 5 (a) Representasi Struktur Sel Satuan SrMnO_3 (b) Oktahedra MnO_6	13
Gambar 2. 6 Orientasi Kristal La_2O_3	15
Gambar 2. 7 Alat HEM.....	16
Gambar 2. 8 Interaksi antara Bola-Bola pada HEM.....	17
Gambar 2. 9 Kondisi Geometri Difraksi dari Bidang Kisi.....	18
Gambar 2. 10 Pola difraksi sinar-X serbuk $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{MnO}_3$ yang disinter pada suhu yang berbeda	20
Gambar 2. 11 Hasil Morfologi serbuk $\text{La}_{(1-x)}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ dengan x (a) 0.3 dan (b) 0.5	21
Gambar 2. 12 Vector Network Analyzer.....	22
Gambar 3. 2 Representasi Skematis dari Metode Eksperimental.....	25
Gambar 3. 3 Diagram Alir Penelitian	26
Gambar 3. 4 Diagram Alir Penelitian	26
Gambar 4. 1 Pola Difraksi XRD dari Material $\text{La}_x\text{Sr}_{(1-x)}\text{MnO}_3$	31
Gambar 4. 2 Refinement Pola Difraksi Sinar-X Sampel SrMnO_3 (x=0).....	32
Gambar 4. 3 Refinement Pola Difraksi Sinar-X Sampel $\text{La}_{0.25}\text{Sr}_{0.75}\text{MnO}_3$ (x=0.25)	33
Gambar 4. 4 Refinement Pola Difraksi Sinar-X Sampel $\text{La}_{0.50}\text{Sr}_{0.50}\text{MnO}_3$ (x=0.50)	33
Gambar 4. 5 Refinement Pola Difraksi Sinar-X Sampel $\text{La}_{0.75}\text{Sr}_{0.25}\text{MnO}_3$ (x=0.75)	34
Gambar 4. 6 Refinement Pola Difraksi Sinar-X Sampel LaMnO_3 (x=1.0).....	34

Gambar 4. 7 Struktur Morfologi Sampel pada Material $\text{La}_x\text{Sr}_{(1-x)}\text{MnO}_3$ ($x=0.0$; 0.25 ; 0.50 ; 0.75 ; dan 1.0) dengan Perbesaran $1000\times$	38
Gambar 4. 8 Distribusi Ukuran Partikel pada Material $\text{La}_x\text{Sr}_{(1-x)}\text{MnO}_3$ ($x=0.0$; 0.25 ; 0.50 ; 0.75 ; dan 1.0)	40
Gambar 4. 9 Grafik Penyerapan Gelombang Elektromagnetik pada Material $\text{La}_x\text{Sr}_{(1-x)}\text{MnO}_3$ ($x \leq 0 \leq 1$)	43

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Peralatan Sintesis bahan LaSrMnO_3	24
Tabel 3. 2 Bahan Sintesis LaSrMnO_3	25
Tabel 3. 3 Data Hasil Perhitungan Massa Bahan Dasar Sampel	27
Tabel 4. 1 Nilai Parameter Struktur Hasil Refinement Keseluruhan Sampel.....	35
Tabel 4. 2 Hasil Analisis EDS Sampel $x=0, 0.25, 0.50, 0.75,$ dan 1	42
Tabel 4. 3 Data Penyerapan Gelombang Elektromagnetik Material $\text{La}_x\text{Sr}_{(1-x)}\text{MnO}_3$ pada frekuensi C-Band.....	44

DAFTAR SINGKATAN

BRIN	: Badan Riset dan Inovasi Nasional
Ce	: Cerium
CMR	: Colossal Magneto Resistance
CNT	: Carbon Nanotube
COD	: Crystallography Open Database
EDS	: Energy Dispersive X-rays
EM	: Elektromagnetik
EMR	: Radiasi Elektromagnetik
FWHM	: Full Width at Half Maximum
GSAS	: General Structure Analysis System
HEM	: High Energy Milling
IEEE	: Institute of Electrical and Electronics Engineers
INCO	: International Company
ITS	: Intelligent Transport System
ITU	: Internasional Telecommunication Union
La	: Lanthanum
La ₂ O ₃	: Lanthanum Oxide
LAN	: Local Area Network
MAM	: Microwave Absorbing Material
MRAM	: Microwave and Radar Absorbing Materials
Nd	: Neodymium
O	: Oksigen
RL	: Reflection Loss
RTL	: Reflection Transmission Line
SEM	: Scanning Electron Microscopy
Sr	: Srontium

SMO : Strontium Manganise Oxide

TDS : Time Domain Spectroscopy

VNA : Vector Network Analyzer

XRD : X-Ray Diffraction

3D : Tiga Dimensi

DAFTAR LAMBANG

λ	: Panjang Gelombang (m)
ϵ'	: Permittivitas relatif material terhadap ruang hampa (F/m)
ϵ''	: Rugi-rugi dielektrik (F/m)
μ'	: Permeabilitas relatif material terhadap ruang hampa (H/m)
μ''	: Rugi-rugi magnetik (H/m)
d	: Jarak antar bidang kristal (\AA)
n	: Orde difraksi
eV	: Jumlah energi kinetik yang diperoleh atau hilang oleh sebuah elektron
T	: Suhu absolut dalam satuan Kelvin (K)
E	: Medan listrik (V/m)
B	: Medan magnet (T atau G)
Z_{in}	: Impedansi gelombang masuk ke dalam material (Ω)
Z_0	: Impedansi ruang hampa (Ω)
tanh	: Tangen hiperbolik
f	: Frekuensi gelombang (Hz)
c	: Kecepatan cahaya $\approx 3 \times 10^8$ m/s
dB	: Intensitas suatu gelombang
θ	: Sudut difraksi sinar-x
Rp	: Parameter kecocokan dalam Refinement XRD (%)
wRp	: Weighted residual parameter dalam Refinement XRD (%)
X^2	: Parameter kesesuaian model Refinement XRD
α, β, γ	: Sudut kisi kristal ($^\circ$)
a, b, c	: Panjang sisi sel satuan dalam kristalografi (\AA)
\AA	: Satuan panjang setara 10^{-10} meter (0,1 nm)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi nirkabel telah berkembang pesat dalam beberapa tahun terakhir. Frekuensi transmisi telah diubah ke domain frekuensi tinggi untuk memungkinkan pemrosesan data yang lebih cepat. Misalnya di Jepang, menurut bidang penerapannya frekuensi tergolong sebagai: telepon 800 MHz - 2 GHz, gelombang milimeter *Local Area Network* (LAN) 2,45 dan 5,2 GHz, serta *Intelligent Transport System* (ITS) frekuensi 76 GHz dan masih banyak lagi. Berbagai aplikasi ini menyebabkan peningkatan radiasi gelombang elektromagnetik di ruang bebas, yang menimbulkan kekhawatiran tentang efeknya pada perangkat elektronik lainnya yang memanfaatkan teknologi serupa, dimulai dari hingga *noise* hingga kegagalan alat kerja. Oleh karena itu, pengembangan penyerap gelombang mikro diperlukan untuk memperbaiki kondisi gelombang elektromagnetik (An *et al.*, 2008). Selama bertahun-tahun, bahan penyerap gelombang mikro telah mendapat banyak perhatian. Baru-baru ini muncul sebagai inovasi dalam bidang aplikasi dalam nanomaterial, dimana sifat dielektrik dan sifat magnetiknya dapat dimanfaatkan. Memahami sifat dasar material ini dan bagaimana sifat-sifat intrinsiknya memengaruhi interaksi mereka dengan radiasi elektromagnetik dalam rentang gigahertz sangat penting untuk kemajuan teknologi (Yaer & Wang, 2019).

Berbagai jenis radiasi yang ada di sekitar kita dalam kehidupan sehari-hari memiliki dampak pada sistem biologis, sehingga menjadi bidang penelitian yang penting. Penelitian ini mencakup pengaruh biologis dan tingkat keamanan radiasi tersebut. Hasil dari beberapa studi *in vitro* (di luar tubuh) dan *in vivo* (di dalam tubuh) menunjukkan bahwa radiasi elektromagnetik (EMR) dapat memengaruhi sistem biologis, baik secara positif maupun negatif. Sumber EMR yang berbeda, dengan rentang frekuensi tertentu, dapat menyebabkan berbagai perubahan pada tubuh manusia. Pengaruh ini bisa bersifat merugikan, bermanfaat, atau netral. Dalam beberapa dekade terakhir, topik ini telah menarik perhatian besar di kalangan peneliti. Secara khusus, penyerapan energi EMR oleh tubuh manusia,

terutama di area kepala dan leher, menjadi fokus penelitian yang semakin meningkat. Banyak studi telah dilakukan untuk memahami bagaimana EMR berinteraksi dengan sistem biologis (Mumtaz *et al.*, 2022). Kemajuan signifikan dalam *stealth technology* telah mendorong perhatian yang lebih besar terhadap *Microwave Absorbing Material* (MAM) pada frekuensi rendah. Rentang frekuensi 2–8 GHz dalam spektrum elektromagnetik perlu diteliti dan membutuhkan pengembangan dalam penyerap gelombang mikro yang efisien (Gill *et al.*, 2017). *Compromise-band* atau juga umumnya dikenal sebagai C-band yang memiliki rentang frekuensi 4-8 Ghz dan biasanya digunakan untuk komunikasi radio gelombang mikro, satelit televisi, perangkat wifi dan penyiaran.

Dalam menyerap gelombang mikro, bahan harus memiliki permitivitas dan permeabilitas yang sangat tinggi (Imastuti *et al.*, 2019). Sifat magnetik manganit perovskite telah dibahas dalam beberapa tahun terakhir. Metode teoritis dan pengukuran eksperimental baru-baru ini digunakan untuk mempelajari sifat magnetik dan listrik dari senyawa perovskite SrMnO₃. LaSrMnO₃ (LSM), sebagai penyerap dielektrik dengan sifat listrik yang baik, umumnya material ini digunakan untuk meningkatkan konduktivitas bahan komposit. Dalam berbagai kondisi, dapat digunakan pada rentan suhu 800°C-1200°C (Yang *et al.*, 2016). Dalam pengukuran magnetik, senyawa menunjukkan sifat antiferromagnetik, dan dalam sifat listrik, SrMnO₃ berfungsi sebagai isolator dalam sampel curah (Dong *et al.*, 2023). Namun, menurut Bai dkk, Strontium Manganise Oxide (SMO) dapat juga menjadi feromagnetik (Bai *et al.*, 2017). Sebelumnya, Saptari dkk telah berhasil mensintesis material La_(1-x)Ba_{x/2}Sr_{x/2}Mn_{0.4}Ti_{0.6}O₃ di mana dengan melakukan substitusi Sr²⁺ penyerapan gelombang mikro dapat mencapai 99.72% (Saptari *et al.*, 2023). Dalam penelitian ini, bahan yang digunakan adalah lantanum oksida atau La₂O₃ yang merupakan salah satu contoh material turunan logam tanah jarang (LTJ). Jenis material ini memiliki sifat dielektrik yang baik dan memiliki nilai permitivitas yang tinggi, sehingga dapat menjadi kandidat bahan yang baik untuk menyerap gelombang mikro (Novitasari, O, 2024). Pada penelitian sebelumnya yakni Ni_(0.5-x)La_xFe_{2.5}O₄ didapatkan bahwa dengan substitusi ion La³⁺ kemampuan bahan

untuk menyerap gelombang mikro dapat meningkat. Serapan gelombang mikro dapat meningkat mencapai 85% hingga 94% (Yunasfi *et al.*, 2018).

Sol-gel, hidrotermal, reaksi keadaan padat, pembakaran gelombang mikro, deposisi elektron pulsa, dan lain- lain dapat digunakan untuk mensintesis LaSrMnO_3 (Tran *et al.*, 2019)(Tran *et al.*, 2020). Teknik *Milling* telah terbukti menjadi metode yang efisien dan sederhana untuk membuat serbuk nanokristalin baru-baru ini tanpa menggunakan perlakuan suhu yang tinggi. Teknik ini memungkinkan untuk memperoleh jumlah besar material dengan sifat yang dimodifikasi (Salah *et al.*, 2011).

Berdasarkan uraian diatas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang **“Sintesis dan Karakterisasi Material $\text{La}_x\text{Sr}_{(1-x)}\text{MnO}_3$ ($0 \leq x \leq 1$) sebagai *Microwave Absorber* pada Frekuensi 4-8 Ghz dengan Teknik *Milling*”**. Karakterisasi mendalam sangat penting untuk memahami struktur mikro dan material kristal yang disintesis. Morfologi dan ukuran partikel akan diamati melalui teknik *Scanning Electron Microscopy* (SEM). Fasa kristal dan struktur material kristal akan diidentifikasi melalui penggunaan *X-ray Diffraction* (XRD). Selain itu, *Vector Network Analyzer* (VNA) akan digunakan untuk mengukur sifat gelombang mikro dalam rentang frekuensi tertentu.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah

1. Bagaimana proses sintesis pada material $\text{La}_x\text{Sr}_{(1-x)}\text{MnO}_3$ ($0 \leq x \leq 1$) dengan menggunakan teknik *milling*?
2. Bagaimana struktur kristal dari material $\text{La}_x\text{Sr}_{(1-x)}\text{MnO}_3$ yang dihasilkan menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD) dan struktur mikro menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM)?
3. Bagaimana kemampuan material $\text{La}_x\text{Sr}_{(1-x)}\text{MnO}_3$ sebagai penyerap gelombang mikro menggunakan *Vector Network Analyzer* (VNA)?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Melakukan sintesis pada material $La_xSr_{(1-x)}MnO_3$ ($0 \leq x \leq 1$) dengan menggunakan teknik *milling*
2. Menganalisa struktur kristal dari material $La_xSr_{(1-x)}MnO_3$ menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD) dan struktur mikro menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM)
3. Menganalisa kemampuan material $La_xSr_{(1-x)}MnO_3$ sebagai penyerap gelombang mikro menggunakan *Vector Network Analyzer* (VNA)

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan-batasan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Penelitian ini hanya berfokus pada variasi komposisi dari bahan $La_xSr_{(1-x)}MnO_3$ dengan $x = 0; 0.25; 0.50; 0.75; \text{ dan } 1$
2. Teknik *Milling* digunakan sebagai metode utama dalam sintesis
3. Karakterisasi yang dilakukan terbatas hanya *X-Ray Diffraction* (XRD), *Scanning Electron Microscopy* (SEM), dan *Vector Network Analyzer* (VNA)

1.5 Manfaat

Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan solusi dalam pengembangan material peredam gelombang mikro terkhusus material Perovskite $La_xSr_{(1-x)}MnO_3$ yang efektif dalam rentang frekuensi 4–8 GHz untuk mengurangi interferensi elektromagnetik (EMI) dalam perangkat radar, komunikasi satelit, maupun jaringan telekomunikasi (perangkat Wi-Fi), dengan mengurangi pantulan sinyal yang tidak diinginkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, K, Atiq, S., Riaz, S., & Naseem, S. (2015). Dielectric and Magnetic Characterization of Sol-Gel Synthesized SrMnO₃ Perovskite. *The Nucleus*, 52(4), 200–203.
- Abbas, Kumail. (2017). *Structural Optimization of SrMnO₃ to Study Electro-Magnetic Characteristics*. September. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.33806.87362>
- Abdullah, A., & Mohammed, A. (2019). Scanning Electron Microscopy (SEM): A Review. *Proceedings of 2018 International Conference on Hydraulics and Pneumatics - HERVEX*, 77–85.
- Adi, W. A., Wardiyati, S., & Dewi, S. H. (2017). Nanoneedles of Lanthanum Oxide (La₂O₃): A Novel Functional Material for Microwave Absorber Material. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 202(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/202/1/012066>
- Adi, Wisnu Ari, Yunasfi, Y., Mashadi, M., Winatapura, D. S., Mulyawan, A., & Sarwanto, Y. (2019). *Metamaterial: Smart Magnetic Material for Microwave Absorbing Material*. 1–18. <https://doi.org/10.5772/intechopen.84471>
- Admi, R. I., Saptari, S. A., Tjahjono, A., Rahman, I. N., & Adi, W. A. (2021). Synthesis and Characterization Microwave Absorber Properties of La_{0.7}(Ca_{1-x}Sr_x)_{0.3}MnO₃ Prepared by Sol-Gel Method. *Journal of Physics: Conference Series*, 1816(1), 0–7. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1816/1/012091>
- Ali, A., Zhang, N., & Santos, R. M. (2023). Mineral Characterization Using Scanning Electron Microscopy (SEM): A Review of the Fundamentals, Advancements, and Research Directions. *Applied Sciences (Switzerland)*, 13(23). <https://doi.org/10.3390/app132312600>
- Aminatun, Supardi, A., Nisa, Z. I., Hikmawati, D., & Siswanto. (2019). Synthesis of Nanohydroxyapatite from Cuttlefish Bone (*Sepia* sp.) Using Milling Method. *Internasional Journal of Biomaterials*. <https://doi.org/10.1155/2019/1831208>
- An, Y. J., Nishida, K., Yamamoto, T., Ueda, S., & Deguchi, T. (2008). Characteristic evaluations of microwave absorbers using dielectric and magnetic composite materials. *Journal of Ceramic Processing Research*, 9(4), 430–436.
- Apit, M., Bura, R. O., Adi, W. A., & Ajiesastra, R. A. (2020). Synthesis and Characterization of CoTi_(1-X)Mn_(X)O₃ as a Radar Absorbing Material. *Jurnal Pertahanan: Media Informasi Ttg Kajian & Strategi Pertahanan Yang Mengedepankan Identity, Nasionalism & Integrity*, 6(1), 1. <https://doi.org/10.33172/jp.v6i1.697>
- Ari Adi, W., Sarwanto, Y., Taryana, Y., & Soegijono, B. (2018). Effects of the

Geometry Factor On the Reflection Loss Characteristics of the Modified Lanthanum Manganite. *Journal of Physics: Conference Series*, 1091(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1091/1/012028>

- Bai, J., Yang, J., Dong, W., Zhang, Y., Bai, W., & Tang, X. (2017). Structural and Magnetic Properties of Perovskite SrMnO₃ Thin Films Grown by Molecular Beam Epitaxy. *Thin Solid Films*, 644, 57–64. <https://doi.org/10.1016/j.tsf.2017.08.052>
- Basir, N. D. (2015). *The Transport Membrane Permeability In a Mixture of Rare Earth Elements (La, Nd, Gd, Lu) Using the Carrier (TBP: D2EHPA) Through Supported Liquid Membrane technique*. 57, 1–11.
- Chen, Y., Zhang, L., Zhang, Y., Gao, H., & Yan, H. (2018). Large-Area Perovskite Solar Cells-a Review of Recent Progress and Issues. *RSC Advances*, 8(19), 10489–10508. <https://doi.org/10.1039/c8ra00384j>
- Crane, C. A., Pantoya, M. L., Weeks, B. L., & Saed, M. (2014). The Effects of Particle Size on Microwave Heating of Metal and Metal Oxide Powders. *Powder Technology*, 256, 113–117. <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2014.02.008>
- Dery, B., & Zaixiang, L. (2023). Scanning Electron Microscopy (SEM) as an Effective Tool for Determining the Morphology and Mechanism of Action of Functional Ingredients. *Food Reviews International*, 39(4), 2007–2026. <https://doi.org/10.1080/87559129.2021.1939368>
- Dong, F., Lu, G., Ma, Q., Zhao, B., Wang, H., Huo, D., & Tan, W. (2023). Structure and Magnetic Properties of the Manganite SrMnO₃. *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, 34(36), 1–7. <https://doi.org/10.1007/s10854-023-11777-w>
- Epp, J. (2016). X-Ray Diffraction (XRD) Techniques for Materials Characterization. In *Materials Characterization Using Nondestructive Evaluation (NDE) Methods*. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100040-3.00004-3>
- Firmansari, V., Ratnawulan, Ramli, & Fauzi, A. (2016). Pengaruh Waktu Milling Terhadap Ukuran Butir Forsterite (Mg₂SiO₄) Dari Batuan Dunit Di Daerah Jorong Tongar Nagari Aur Kuning, Kabupaten Pasaman Barat. *Pillar of Physics*, 8, 89–96.
- Furrer, A., Podlesnyak, A., Pomjakushina, E., & Pomjakushin, V. (2017). Effect of Sr doping on the magnetic exchange interactions in manganites of type La_{1-x}Sr_xMn_{1-y}O₃ (A=Ga,Ti;0.1≤y≤1). *Physical Review B*, 95(10), 1–9. <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.95.104414>
- Giancoli, D. C. (2015). *Physics: Principles with Applications Global Edition*. In *Pearson*.
- Gill, N., Puthucheri, S., Singh, D., & Agarwala, V. (2017). Critical Analysis Of

- Frequency Selective Surfaces Embedded Composite Microwave Absorber For Frequency Range 2–8 GHz. *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, 28(2), 1259–1270. <https://doi.org/10.1007/s10854-016-5654-3>
- Green, M., & Chen, X. (2019). Recent Progress Of Nanomaterials For Microwave Absorption. *Journal of Materiomics*, 5(4), 503–541. <https://doi.org/10.1016/j.jmat.2019.07.003>
- Hammler, J., Gallant, A. J., & Balocco, C. (2016). Free-Space Permittivity Measurement at Terahertz Frequencies with a Vector Network Analyzer. *IEEE Transactions on Terahertz Science and Technology*, 6(6), 817–823. <https://doi.org/10.1109/TTHZ.2016.2609204>
- Hercuadi, A. Y., Armi, N., Sudrajat, N., & Adi, W. A. (2016). Calculation of complex permeability and permittivity on Lanthanum barium manganite materials at X-band frequency. *Proceedings of the 2015 IEEE 4th Asia-Pacific Conference on Antennas and Propagation, APCAP 2015*, 493–496. <https://doi.org/10.1109/APCAP.2015.7374462>
- Husaini, F., Setiawan, J., Susetyo, F. B., Akbar, H., Simbolon, S., Nanto, D., Sriwijaya, U., Selatan, S., Pamulang, U., Selatan, T., Jakarta, U. N., Sultan, U., Tirtayasa, A., Pamulang, U., Selatan, T., Islam, U., Syarif, N., & Author, C. (2024). Preparation, Synthesis and Characterization of La(1x)Sr(x)MnO₃ Alloy. *Journal of Applied Engineering and Technological Science*, 5(2), 1232–1241.
- Imastuti, OBura, R., & Ari Adi, W. (2019). Efek Subtitusi Logam Tanah Jarang Terhadap Karakterisasi Radar Absorber Material Berbasis CoTi_{1-x}Ce_xO₃ Dengan Metode Mechanical Milling Guna Meningkatkan Kualitas Teknologi Pertahanan. *Jurnal Teknologi Daya Gerak*, 2(2), 64–81. <http://risn.ristekdikti.go.id/>
- Inkson, B. J. (2016). Scanning Electron Microscopy (SEM) and Transmission Electron Microscopy (TEM) for Materials Characterization. In *Materials Characterization Using Nondestructive Evaluation (NDE) Methods*. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100040-3.00002-X>
- Jumingin, Atina, A., Iswan, J., Haziza, N., & Ashari, B. (2022). Radiasi Gelombang Elektromagnetik Yang Ditimbulkan Peralatan Listrik Di Lingkungan Universitas Pgri Palembang. *Journal Online of Physics*, 7(2), 48–53. <https://doi.org/10.22437/jop.v7i2.17267>
- Kembar Sari, R. (2016). Potensi Mineral Batuan Tambang Bukit 12 Dengan Metode Xrd, Xrf Dan Aas. *Eksakta*, 2, 13–23.
- Kumar, A., Kumar, M., Singh, R. P., & Singh, P. K. (2021). Opto-electronic, Magnetic, Thermodynamic And Thermoelectric Properties Of Cubic Perovskite SrMnO₃: A First Principle Based Spin Polarized Calculation. *Solid State Communications*, 324, 114139. <https://doi.org/10.1016/j.ssc.2020.114139>

- Kumar, M. (2022). XRD Analysis for Characterization of Green Nanoparticles: A Mini Review. *Global Journal of Pharmacy & Pharmaceutical Sciences*, 10(1), 17–19. <https://doi.org/10.19080/gjpps.2022.10.555779>
- Kurniawan, F. A., Saptari, S. A., Tjahjono, A., & Khaerudini, D. S. (2022). Analysis Perovskite Material Absorber Based on $\text{Nd}_{0.6}\text{Sr}_{0.4}\text{MnxFe}_{1/2}(1-x)\text{Ti}_{1/2}(1-x)\text{O}_3$ ($x = 0, 0.1, 0.2$) by Sol-Gel Method. *Journal of Physics: Theories and Applications*, 6(1), 55. <https://doi.org/10.20961/jphystheor-appl.v6i1.59122>
- Latifah1, Z., Nur2, L. O., & Trasma Yunita. (2017). Rancang Bangun Penyerap Gelombang Mikro Berbentuk Square Patch Array Berbasis Struktur AMC Menggunakan Teknik Multiple Slot Untuk Peningkatan Bandwidth. *E-Proceeding of Engineering*, 4(3), 3381.
- Lestari, A. S., & Sartika, D. (2018). Preparasi dan Karakterisasi Nanopartikel Fe_3O_4 Menggunakan Metode Kopresipitasi. *Teknologi Technoscientia*, 11(1), 7–10.
- Lewandowski, A., Szyplowska, A., Wilczek, A., Kafarski, M., Szerement, J., & Skierucha, W. (2019). One-Port Vector Network Analyzer Characterization of Soil Dielectric Spectrum. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 57(6), 3661–3676. <https://doi.org/10.1109/TGRS.2018.2886474>
- Liu, T., Ning, R., Wong, T. T. Y., & Shen, Z. J. (2017). A New Characterization Technique for Extracting Parasitic Inductances of Fast Switching Power MOSFETs Using Two-Port Vector Network Analyzer. *Proceedings of the 29th International Symposium on Power Semiconductor Devices & ICs*. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.23919/ISPSD.2017.7988967>
- Madiawati, H., Rahmansyah, R., & Simanjuntak, A. B. (2023). Antena Mikrostrip Multilayer Parasitik pada Frekuensi C Band Radar Cuaca. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 11(4), 933. <https://doi.org/10.26760/elkomika.v11i4.933>
- Meti, S., Sagar, H. P., Rahman, M. R., & Bhat, K. U. (2021). Assessment of triboelectricity in colossal-surface-area-lanthanum oxide nanocrystals synthesized via low-temperature hydrothermal process. *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, 32(15), 20351–20361. <https://doi.org/10.1007/s10854-021-06545-7>
- Mhadhbi, M. (2021). Modelling of the High-Energy Ball Milling Process. *Advances in Materials Physics and Chemistry*, 11(01), 31–44. <https://doi.org/10.4236/ampc.2021.111004>
- Monshi, A., Foroughi, M. R., & Monshi, M. R. (2012). Modified Scherrer Equation to Estimate More Accurately Nano-Crystallite Size Using XRD. *World Journal of Nano Science and Engineering*, 02(03), 154–160. <https://doi.org/10.4236/wjnse.2012.23020>

- Mumtaz, S., Rana, J. N., Choi, E. H. ., & Han, I. (2022). Microwave Radiation and the Brain: Mechanisms, Current Status, and Future Prospects. *Internatioanal Journal of Molecular Sciences*, 2–26. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/ijms23169288>
- Nenni, N., Delina, M., Adi, W. A., & Taryana, Y. (2017). Pengaruh Substitusi Ion Ti-Zn terhadap Sifat Kemagnetan dan Sifat Penyerapan Gelombang Elektromagnetik Material Sistem BaFe_{12-x}Ti_x/2Zn_x/2O₁₉. *SPEKTRA: Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, 2(2), 99. <https://doi.org/10.21009/spektra.022.02>
- Novitasari, O, T. (2024). *Karakteristik Serapan Gelombang Mikro Nanokomposit Berbasis La₂O₃/Material Karbon Berdimensi Rendah*.
- Prommalikit, C., Mekprasart, W., & Pecharapa, W. (2019). Effect of Milling Speed and Time on Ultrafine ZnO Powder by High Energy Ball Milling Technique. *Journal of Physics: Conference Series*, 1259(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1259/1/012023>
- Quinn, P. S., & Benzonelli, A. (2018). XRD and Materials Analysis . *The Encyclopedia of Archaeological Sciences*, November 2018, 1–5. <https://doi.org/10.1002/9781119188230.saseas0619>
- Rahmawati, D. T. (2015). Variasi Penambahan Fe₃O₄ pada Panduan PANi/Fe₃O₄ sebagai Bahan Penyerap Gelombang Mikro. *Jurnal Fisika*, 04(01), 1–5.
- Salah, N., Habib, S. S., Khan, Z. H., Memic, A., Azam, A., Alarfaj, E., Zahed, N., & Al-Hamed, S. (2011). High-Energy Ball Milling Technique for ZnO Nanoparticles as Antibacterial Material. *International Journal of Nanomedicine*, 6, 863–869. <https://doi.org/10.2147/ijn.s18267>
- Saptari, S. A., Hapitanur, D., Taryana, Y., Sudrajat, N., Rahman, I. N., & Nanto, D. (2023). A-Site Doped in Perovskite La(1-x)Ba_x/2Sr_x/2Mn_{0.4}Ti_{0.6}O₃ (x = 0, 0.1, and 0.3) for Absorbing Microwave Material. *Jurnal Penelitian Fisika Dan Aplikasinya (JPFA)*, 13(2), 106–118. <https://doi.org/10.26740/jpfa.v13n2.p106-118>
- Saridewi, N., Arif, S., & Alif, A. (2015). Sintesis Nanomaterial Mangan Oksida dengan Metode Bebas Pelarut. *Jurnal Kimia Valensi*, 1(November), 117–123. <https://doi.org/10.15408/jkv.v0i0.3147>
- Sarwanto, Y., Anggraini, T., Adi, W. A., & Yunasfi, Y. (2019). Pengaruh Penambahan La terhadap Struktur dan Reflection Loss Gelombang Mikro pada Pseudobrookite Fe_{2-x}La_xTiO₅. *Jurnal Sains Dan Teknologi Nuklir Indonesia*, 20(2), 79. <https://doi.org/10.17146/jstni.2019.20.2.5381>
- Sharfina, E., Nuryanto, R., & Putra, T. Y. S. P. (2015). Pengaruh Variasi Waktu Milling terhadap Karakter Produk Sintesis LiMn₂O₄ dengan Reaksi Padat-Padat. *Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasi*, 18(1), 7–12. <https://doi.org/10.14710/jksa.18.1.7-12>

- Taryana, Y., Manaf, A., Sudrajat, N., & Wahyu, Y. (2019). Material Penyerap Gelombang Elektromagnetik Jangkauan Frekuensi Radar Electromagnetic Wave Absorbing Materials on Radar Frequency Range. *Jurnal Keramik Dan Gelas Indonesia*, 28(1), 1–28.
- Thanh, T. D., Anh Xuan, C. T., Bach, T. N., Khuyen, B. X., Lam, D. S., Linh, D. C., Giang, L. T., & Lam, V. D. (2022). Magnetic and microwave absorbing properties of La_{0.7}Sr_{0.3}MnO₃nanoparticles. *AIP Advances*, 12(3), 0–10. <https://doi.org/10.1063/5.0074562>
- Timor, A. R., Andre, H., Elektro, J. T., Teknik, F., & Andalas, U. (2016). Analisis Gelombang Elektromagnetik Dan Seismik Yang Ditimbulkan Oleh Gejala Gempa. *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, 5(3), 315–324.
- Tran, T. H., Bach, T. C., Pham, N. H., Nguyen, Q. H., Sai, C. D., Nguyen, H. N., Nguyen, V. T., Nguyen, T. T., Ho, K. H., & Doan, Q. K. (2019). Phase Transition of LaMnO₃ Nanoparticles Prepared by Microwave Assisted Combustion Method. *Materials Science in Semiconductor Processing*, 89(July 2018), 121–125. <https://doi.org/10.1016/j.mssp.2018.09.002>
- Tran, T. H., Phi, T. H., Nguyen, H. N., Pham, N. H., Nguyen, C. V., Ho, K. H., Doan, Q. K., Le, V. Q., Nguyen, T. T., & Nguyen, V. T. (2020). Sr Doped LaMnO₃ Nanoparticles Prepared by Microwave Combustion Method: A Recyclable Visible Light Photocatalyst. *Results in Physics*, 19, 103417. <https://doi.org/10.1016/j.rinp.2020.103417>
- Triana, F., Setijadi, E., & Purnomo, M. A. (2011). Pengukuran dan Pemodelan Konstanta Dielektrik Air Hujan pada Frekuensi Gelombang Mikro. *Pengukuran Dan Pemodelan Konstanta Dielektrik Air Hujan Pada Frekuensi Gelombang Mikro*, 2, 1–6.
- Wandira, I., Karo, K., Adi, W. A., Nuklir, B. T., & Jakarta, N. (2018). Material Absorber Gelombang Elektromagnetik Berbasis (La_{0.8}Ba_{0.2})(Mn_(1-x)Zn_xFe_{(1-x)/2})O₃ (x=0-0,6). *Jurnal Teori Dan Aplikasi Fisika*, 06(01), 63–74.
- Widyaiswari, U., Kurniawan, B., & Saptari, S. A. (2016). Studi Sifat Magnetik Material Perovskite (La,Sr)(Mn,Ni)O₃. *Omega: Jurnal Fisika Dan Pendidikan Fisika*, 2(1), 28–30.
- Yaer, X., & Wang, J. (2019). Recent Advances In Nanomaterials For Microwave Absorbers. *Journal of Materiomics*, 5, 1153–1160. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jmat.2019.07.003>
- Yang, Z., Luo, F., Xu, J., Zhou, W., & Zhu, D. (2016). Dielectric and microwave absorption properties of LaSrMnO₃/Al₂O₃ ceramic coatings fabricated by atmospheric plasma spraying. *Journal of Alloys and Compounds*, 662, 607–611. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2015.12.113>
- Yunasfi, Awaliyah, N., & Hendrawati. (2018). Karakteristik Sifat Magnetik dan

Serapan Gelombang Mikro Ni(0,5-X) LaXFe_{2,5}O₄ Hasil Sintesis dengan Metode Ko-Presipitasi. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 19(4), 169–173.

Yunasfi, & Mustofa, S. (2010). Efek Perlakuan Mekanik Terhadap Sifat Elektrik Bahan Grafit. *Indonesian Joournal of Materials Science*, 11(3), 155.

Yunasfi, Y., Awaliyah, N., Awaliyah, N., & Hendrawati, H. (2018). Karakterisasi Sifat Magnetik dan Serapan Gelombang Mikro Ni(0,5-X)LaXFe_{2,5}O₄ Hasil Sintesis dengan Metode Ko-Presipitasi. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 19(4), 169. <https://doi.org/10.17146/jsmi.2018.19.4.4962>

Zhang, L., Mei, L., Wang, K., Lv, Y., Zhang, S., Lian, Y., Liu, X., Ma, Z., Xiao, G., Liu, Q., Zhai, S., Zhang, S., Liu, G., Yuan, L., Guo, B., Chen, Z., Wei, K., Liu, A., Yue, S., ... Ding, L. (2023). Advances in the Application of Perovskite Materials. In *Nano-Micro Letters* (Vol. 15, Issue 1). Springer Nature Singapore. <https://doi.org/10.1007/s40820-023-01140-3>

Zhang, S., & Cao, Q. (2012). Microwave absorption performance of La_{0.7}Sr_{0.3}MnO₃ with different sintering temperatures. *Advanced Materials Research*, 415–417, 1399–1402. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.415-417.1399>