

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI BAHAN $\text{Ni}_x\text{Co}_{(1-x)}\text{TiO}_3$ SEBAGAI
PENYERAP GELOMBANG MIKRO**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjanah
Di Jurusan Fisika Pada Fakultas MIPA**



**Disusun Oleh :
ANNISA INTAN FHADILLA
08021382025090**

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2024**

LEMBAR PENGESAHAN

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI BAHAN $Ni_xCo_{(1-x)}TiO_3$ SEBAGAI
PENYERAP GELOMBANG MIKRO**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjanah
di Jurusan Fisika pada Fakultas MIPA

Oleh:

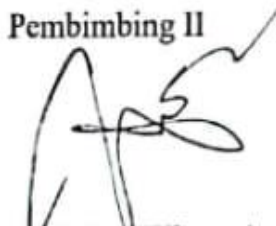
ANNISA INTAN FHADILLA

NIM. 08021382025090

Indralaya, Juli 2024

Menyetujui,

Pembimbing II



Prof. Dr. Wisnu Ari Adi
NIP. 197112131998031003

Pembimbing I



Dr. Ramlan
NIP. 196604101993031003

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika



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

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

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

Nama : Annisa Intan Fhadilla

NIM : 08021382025090

Judul TA : Sintesis dan Karakterisasi Bahan $\text{Ni}_x\text{Co}_{(1-x)}\text{TiO}_3$ Sebagai Penyerap Gelombang Mikro.

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun merupakan hasil dari karya saya 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 saya buat dengan sebenar-benarnya tanpa adanya 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 di tetapkan.

Indralaya, Juli 2024

Yang Menyatakan,



Annisa Intan Fhadilla
NIM. 08021382025090

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini kupersembahkan untuk:

1. Allah SWT. Karena hanya atas izin dan karuniaNYA skripsi ini dapat dibuat dan diselesaikan dengan tepat waktu.
2. Keluarga besar yang senantiasa memberikan dukungan, terutama kepada kedua orang tua kandungku yang telah berjuang dan mengusahakan segala sesuatunya agar aku bisa sampai menyelesaikan skripsi ini dengan tepat waktu.
3. Bapak ibu dosen pembimbing, penguji, pengajar dan peneliti, yang selama ini telah tulus dan ikhlas meluangkan waktunya untuk menuntun dan mengarahkan saya, memberikan bimbingan serta pengajaran yang tiada ternilai harganya.
4. Sahabat saya dan teman TA dan teman angkatan 2020 yang telah memberikan semangat serta dorongan dan do'anya untuk keberhasilan menyelesaikan skripsi ini.
5. Kepada seseorang yang telah memberikan dorongan semangat, material dan sudah banyak membantu dalam penyelesaian skripsi ini. dan semoga menjadi pendamping hidupku kelak.

Motto

“ Jangan pernah membandingkan dirimu dengan orang lain karena semuanya mempunyai jalan hidup masing-masing, fokuslah terhadap apa yang kamu kejar untuk masa depan dan jangan pernah menngok ke belakang agar hidupmu tetap terus berkembang “

KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT. yang telah memberikan karunia, kesehatan dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir ini yang berjudul **“Sintesis dan Karakterisasi Bahan $Ni_xCo_{(1-x)}TiO_3$ Sebagai Bahan Penyerap Gelombang Mikro”**. Ini diselesaikan sebaik-baiknya. Skripsi ini dibuat sebagai tugas akhir yang telah dilaksanakan di Badan Riset dan Inovasi Negara (BRIN), Kawasan Puspitek Serpong, Tangerang Selatan. Skripsi ini diajukan dengan tujuan untuk melengkapi persyaratan kurikulum agar dapat memperoleh gelar Sarjana Sains di Jurusan Fisika Fakultas Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada beberapa pihak atas doa, ide, saran, serta bantuannya dalam menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan rasa syukur kepada Allah SWT. dan terimakasih kepada pihak-pihak yang membantu penulis dalam pelaksanaan Tugas Akhir ini terutama kepada Dr. Ramlan (Pembimbing I) dan Prof. Dr. Wisnu Ari Adi (Pembimbing II) yang telah banyak memberikan bimbingan, nasihat, motivasi serta membantu dalam pelaksanaan penelitian Tugas Akhir, dan penulis juga menyampaikan terimakasih kepada yang terhormat :

1. Kepada kedua orang tua saya Ananto Muchtar dan Ningsih Marlita, serta Adik saya M. Al Hafiz Febrian, yang memberikan dukungan moril maupun materil kepada penulis demi kelancaran penulisan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Drs. Yunasfi, M. Eng., selaku pembimbing laboratorium, saya ucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya karena telah membantu saya menyelesaikan laporan skripsi, dan juga memberikan banyak wawasan yang berkaitan dengan penelitian ini
3. Bapak Dr. Frinsyah Virgo, S. Si., MT., selaku Ketua Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
4. Ibu Erni, S. Si., M. Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik.
5. Dr. Akmal Johan sebagai penguji I yang sudah banyak memberikan masukan dan saran dalam penyelesaian skripsi ini.

6. Dr. Netty Kurniawatti sebagai penguji II yang sudah banyak memberikan masukan dan saran dalam penyelesaian skripsi ini.
7. Bapak Ade Mulyawan, S. Si., M. Eng., selaku peneliti yang telah mendukung dan membantu menyelesaikan laporan skripsi.
8. Bapak Mashadi, M. Si., selaku peneliti yang telah mendukung dan membantu menyelesaikan laporan skripsi.
9. Bapak Prof. Dr. Jan Setiawan, selaku peneliti yang telah mendukung dan membantu menyelesaikan laporan skripsi.
10. Ibu Erni, S. Si., M. Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik.
11. Bapak dan Ibu Dosen Fisika FMIPA Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu dan wawasan yang membantu penulis dalam menyelesaikan laporan ini sebaik-baiknya.
12. Kepada Irfan Parulian Harahap yang telah memberikan dukungan moril dan materil kepada penulis demi kelancaran penyelesaian Tugas Akhir ini.
13. Sahabat Penulis Fiki Nur Athifah yang telah memberikan dorongan dan semangat penulis dalam menyelesaikan skripsi.
14. Kepada teman TA Okta Tiara, Nurhidayah, Anisa Dwi Maharani, Anggelika Br Silaban, dan Martinus Randi Turu yang telah membantu menyelesaikan penulisan tugas akhir ini.
15. Kepada M. Rizky Ramadhan, dan Tesaloka Siregar yang telah membantu menyelesaikan penulisan tugas akhir ini.
16. Seluruh teman – teman angkatan 2020 Jurusan Fisika Fakultas Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
17. Almamater beserta civitas Universitas Sriwijaya.
18. Semua pihak yang sudah banyak membantu penulis selama penelitian dan penulisan skripsi yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.

Semoga dengan terselesainya tugas akhir ini bisa bermanfaat untuk menambah wawasan kepada mahasiswa selanjutnya yang menjadikan tugas akhir ini sebagai acuan untuk mengembangkan pengetahuan selanjutnya. Akhir kata penulis berharap, semoga proposal tugas akhir ini bermanfaat dan berguna bagi khalayak.

Indralaya, Juli 2024

Penulis,

Annisa Intan Fhadilla
NIM. 08021382025090

SYNTHESIS AND CHARACTERISATION OF $Ni_xCo_{(1-x)}TiO_3$ MATERIAL AS MICROWAVE ABSORBER

By:

ANNISA INTAN FHADILLA
NIM. 08021382025090

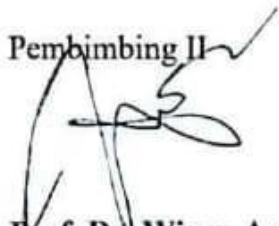
ABSTRACT

The synthesis of perovskite-based electromagnetic wave absorber material $Ni_xCo_{(1-x)}TiO_3$ aims to make the material can function as an electromagnetic wave absorber material. $Ni_xCo_{(1-x)}TiO_3$ was synthesised using solid state reaction method with the help of High Energy Milling (HEM) tool. The $Ni_xCo_{(1-x)}TiO_3$ material was characterised by XRD to determine the phase and crystal system formed, SEM-EDS to determine the morphology and constituents, and VNA to determine the electromagnetic absorption capability. The phase formed in $Ni_xCo_{(1-x)}TiO_3$ material is single phase $CoTiO_3$ and the crystal system is trigonal (rhombohedral axes). The resulting particle size has a range of 100-700 nm. Material with $x=0.75$ has the best composition to have the ability to absorb electromagnetic waves of 96% (-14.5 dB) at a frequency of 5.94 GHz.

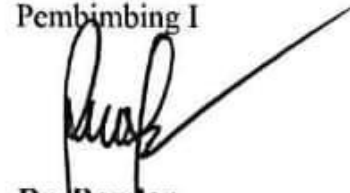
Keywords: perovskite, solid reaction, HEM, XRD, SEM-EDS, VNA.

Indralaya, Juli 2024
Menyetujui,

Pembimbing II


Prof. Dr. Wisnu Ari Adi
NIP. 197112131998031003

Pembimbing I


Dr. Ramlan
NIP. 196604101993031003

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika



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

SINTESIS DAN KARAKTERISASI BAHAN $\text{Ni}_x\text{Co}_{(1-x)}\text{TiO}_3$ SEBAGAI PENYERAP GELOMBANG MIKRO

Oleh:

ANNISA INTAN FHADILLA
NIM. 08021382025090

ABSTRAK

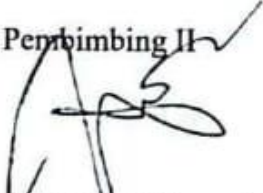
Sintesis material absorber gelombang elektromagnetik berbasis *perovskite* $\text{Ni}_x\text{Co}_{(1-x)}\text{TiO}_3$ bertujuan untuk membuat material tersebut dapat berfungsi sebagai bahan penyerap gelombang elektromagnetik. $\text{Ni}_x\text{Co}_{(1-x)}\text{TiO}_3$ disintesis menggunakan metode reaksi padatan (*solid state reaction*) dengan bantuan alat *High Energy Milling* (HEM). Material $\text{Ni}_x\text{Co}_{(1-x)}\text{TiO}_3$ dikarakterisasi dengan XRD untuk mengetahui fasa dan sistem kristal yang terbentuk, SEM-EDS untuk mengetahui morfologi dan unsur penyusun, dan VNA untuk mengetahui kemampuan serapan elektromagnetiknya. Fasa yang terbentuk dalam material $\text{Ni}_x\text{Co}_{(1-x)}\text{TiO}_3$ adalah fasa tunggal (*single phase*) CoTiO_3 dan sistem kristal yang berbentuk trigonal (*rhombohedral axes*). Ukuran partikel yang dihasilkan memiliki rentang 100-700 nm. Material dengan nilai $x=0.75$ mempunyai komposisi terbaik untuk memiliki kemampuan penyerapan gelombang elektromagnetik sebesar 96% (-14.5 dB) pada frekuensi 5.94 GHz.

Kata kunci: *perovskite*, reaksi padatan, HEM, XRD, SEM-EDS, VNA.


Indralaya, Juli 2024

Menyetujui,


Pembimbing II


Prof. Dr. Wisnu Ari Adi
NIP. 197112131998031003

Pembimbing I


Dr. Ramlan
NIP. 196604101993031003

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika


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

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAB PERNYATAAN INTEGRASI	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRSCT.....	viii
ABSTRAK	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR SINGKATAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	4
1.5 Manfaat.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Gelombang Mikro	5
2.2 Penyerap Gelombang Mikro.....	6
2.1.1 Permittivitas	7
2.1.2 Permeabilitas.....	7
2.3 Metode Karakterisasi.....	9
2.3.1 XRD (X-Ray Diffraction).....	9
2.3.2 SEM-EDS (<i>Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive spectroscopy</i>)	11
2.3.3 VNA (Vector Network Analyzer).....	14
BAB III METODE PENELITIAN	17

3.1 Tempat dan Waktu	17
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	17
3.2.1 Alat Penelitian.....	17
3.2.2 Bahan Penelitian	18
3.3 Prosedur Penelitian.....	18
3.3.1 Preparasi Bahan	18
3.3.2 Proses Mechanical Milling	19
3.3.3 Proses Pengeringan	19
3.3.4 Proses Sintering	20
3.4 Uji Karakterisasi.....	20
3.4 Diagram Alir Penelitian.....	21
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	22
4.1 Hasil Karakterisasi XRD (<i>X-Ray Diffraction</i>).....	22
4.2 Hasil Karakterisasi SEM-EDS (<i>Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive Spectroscopy</i>)	26
4.3 Hasil Karakterisasi VNA.....	32
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	36
5.1 Kesimpulan.....	36
5.2 saran.....	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN.....	41

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Daerah Frekuensi dan Panjang Gelombang Dari Gelombang Mikro	5
Gambar 2.2 <i>High Energy Milling</i>	9
Gambar 2.3 Skema Difraksi Sinar-X	11
Gambar 2.4 Alat X-Ray Diffraction.....	11
Gambar 2.5 Skema SEM.....	12
Gambar 2.6 Perangkat Kuantum SEM.....	13
Gambar 2.7 Prinsip Kerja VNA	15
Gambar 2.8 Alat VNA	16
Gambar 4.1 Grafik Pola Difraksi XRD Dari Material $Ni_xCo_{(1-x)}TiO_3$ Dengan Komposisi X=0; 0.25; 0.50; dan 0.75	22
Gambar 4.2 Pergeseran Pola Difraksi XRD Dari Material $Ni_xCo_{(1-x)}TiO_3$ Pada Intensitas Tertinggi.....	23
Gambar 4.3 Hasil Refinement Dari Material $Ni_xCo_{(1-x)}TiO_3$ (X=0)	24
Gambar 4.4 Hasil Refinement Dari Material $Ni_xCo_{(1-x)}TiO_3$ (X=0.25)	24
Gambar 4.5 Hasil Refinement Dari Material $Ni_xCo_{(1-x)}TiO_3$ (X=0.50)	24
Gambar 4.6 Hasil Refinement Dari Material $Ni_xCo_{(1-x)}TiO_3$ (X=0.75)	25
Gambar 4.7 Morfologi SEM Bahan $Ni_xCo_{(1-x)}TiO_3$ dengan X=0 Perbesaran 10000x	26
Gambar 4.8 Morfologi SEM Bahan $Ni_xCo_{(1-x)}TiO_3$ dengan X=0.25 Perbesaran 10000x.....	27
Gambar 4.9 Morfologi SEM Bahan $Ni_xCo_{(1-x)}TiO_3$ dengan X=0.50 Perbesaran 10000x.....	27
Gambar 4.10 Morfologi SEM Bahan $Ni_xCo_{(1-x)}TiO_3$ dengan X=0.75 Perbesaran 10000x.....	27
Gambar 4.11 Distribusi Ukuran Diameter Partikel Material $Ni_xCo_{(1-x)}TiO_3$ Dengan Komposisi x=0	28
Gambar 4.12 Distribusi Ukuran Diameter Partikel Material $Ni_xCo_{(1-x)}TiO_3$ Dengan Komposisi x=0.25	28
Gambar 4.13 Distribusi Ukuran Diameter Partikel Material $Ni_xCo_{(1-x)}TiO_3$ Dengan Komposisi x=0.50	29

Gambar 4.14 Distribusi Ukuran Diameter Partikel Material $\text{Ni}_x\text{Co}_{(1-x)}\text{TiO}_3$ Dengan Komposisi $x=0.75$	29
Gambar 4.15 Grafik Hasil Pengujian EDS Material $\text{Ni}_x\text{Co}_{(1-x)}\text{TiO}_3$ Dengan Komposisi $X=0$	30
Gambar 4.16 Grafik Hasil Pengujian EDS Material $\text{Ni}_x\text{Co}_{(1-x)}\text{TiO}_3$ Dengan Komposisi $X=0.25$	30
Gambar 4.17 Grafik Hasil Pengujian EDS Material $\text{Ni}_x\text{Co}_{(1-x)}\text{TiO}_3$ Dengan Komposisi $X=0.50$	31
Gambar 4.18 Grafik Hasil Pengujian EDS Material $\text{Ni}_x\text{Co}_{(1-x)}\text{TiO}_3$ Dengan Komposisi $X=0.75$	31
Gambar 4.19 Kurva penyerapan gelombang elektromagnetik pada material CoTiO_3 ($x = 0$).....	33
Gambar 4.20 Kurva penyerapan gelombang elektromagnetik pada material $\text{Ni}_{0.25}\text{Co}_{0.75}\text{TiO}_3$ ($x = 0.25$	33
Gambar 4.21 Kurva penyerapan gelombang elektromagnetik pada material $\text{Ni}_{0.50}\text{Co}_{0.50}\text{TiO}_3$ ($x = 0.50$).....	33
Gambar 4.22 Kurva penyerapan gelombang elektromagnetik pada material $\text{Ni}_{0.75}\text{Co}_{0.25}\text{TiO}_3$ ($x = 0.75$).....	34

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Band Gelombang Mikro Dalam Rentang Frekuensi	6
Tabel 3.1 Alat Penelitian.....	17
Tabel 3.2 Bahan Penelitian	18
Tabel 3.3 Perhitungan Massa Bahan Dasar Yang Dipakai Untuk Pembuatan Sampel	19
Tabel 4.1 Hasil Analisis Parameter Struktur Sampel Dari Pengujian XRD	25
Tabel 4.2 Massa Komposisi Elemen Penyusun	31
Tabel 4.3 Hasil Data Penyerapan Gelombang Elektromagnetik Pada Material $\text{Ni}_x\text{Co}_{(1-x)}\text{TiO}_3$ ($x=0;0.25;0.50;0.75$)	35

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Stokiometri	42
Lampiran 2. Perhitungan % Penyerap Gelombang Elektromagnetik	45
Lampiran 3. Tabel Reflection Loss	46
Lampiran 3. Alat Penelitian	47
Lampiran 4. Bahan Penelitian	49
Lampiran 5. Dokumentasi Penelitian	50

DAFTAR SINGKATAN

BJ	: Bacharuddin Jusuf
BRIN	: Badan Riset dan Inovasi Nasional
Co	: Cobalt
dB	: Desible
EDS	: Energy Dispersive Spektroskopi
EMI	: Electromagnetic Interference
GHz	: Giga Hertz
HEM	: High Energy Milling
Hz	: Hertz
KST	: Kawasan Sains Terpadu
Mev	: Mega electron volt
MHz	: Mega Hertz
Ni	: Nikel
NIM	: Nomor Induk Mahasiswa
NIP	: Nomor Induk Pegawai
O	: Oksigen
PCA	: Process Control Agent
RL	: Reflection Loss
Rwp	: Weighted Profil Factor
SEM	: Scanning Electron Microscopy
TEM	: Transmission Electron Microscope
Ti	: Titanium
VNA	: Vector Network Analyzer
Rp	: Profil Factor
X ²	: Chi-Square
XRD	: X-Ray Diffraction

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Frekuensi pada rentang 1-20 GHz gelombang mikro semakin banyak digunakan di bidang komunikasi nirkabel, jaringan area lokal, dll. Namun, *Electromagnetic Interference* (EMI) atau fenomena yang biasa disebut interferensi elektromagnetik, membatasi penerapan kinerja yang menggunakan gelombang mikro, seperti peralatan kesehatan kesehatan, sistem radar, satelit komunikasi dan antenna. Bahan penyerap gelombang dengan frekuensi penyerapan yang berbeda dianggap sebagai solusi efektif untuk mengatasi efek dari radiasi elektromagnetik. Dibutuhkan bahan absorber atau penyerap gelombang elektromagnetik untuk mencegah kebocoran frekuensi. Oleh karena itu, banyak perhatian diberikan untuk menemukan bahan penyerap gelombang mikro yang sesuai [1][2][3].

Electromagnetic Interference (EMI) dapat didefinisikan sebagai sinyal elektromagnetik yang dipancarkan oleh rangkaian listrik aktif yang mengganggu pengoperasian normal peralatan listrik di dekatnya atau menyebabkan kerusakan radiasi pada spesies hidup makhluk [4]. Fenomena EMI ini dapat mengganggu kinerja alat-alat tersebut [5]. Logam tradisional dan komposit logam tidak terlalu baik dalam melindungi terhadap EMI karena berat dan tidak fleksibel, serta mudah terkorosi. Mereka juga sulit dan mahal untuk dikerjakan. Jadi sekarang, para ilmuwan berfokus pada penggunaan bahan berbeda seperti karbon, polimer, dan keramik untuk menciptakan perlindungan EMI yang lebih baik. Bahan-bahan ini harus mampu menghantarkan listrik dengan baik, mampu menahan suhu tinggi, dan ringan [6].

Salah satu Solusi yang diusulkan adalah dengan menyerap frekuensi gelombang elektromagnetik yang menyimpang dengan melapisi komponen elektronik dengan bahan penyerap gelombang mikro [7]. Yang diperlukan untuk menghindari kebocoran frekuensi adalah bahan penyerap elektromagnetik (*absorber*). Untuk digunakan sebagai bahan penyerapan gelombang elektromagnetik harus memiliki permeabilitas magnet (μ) dan permitivitas (ϵ) yang tinggi, gaya koersif (H_c) yang rendah, resistivitas yang tinggi dan saturasi magnet

(M_s) yang tinggi. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa nilai kehilangan refleksi yang dihasilkan oleh bahan tersebut cukup besar [5]. Mengenai penyerapan gelombang mikro, beberapa parameter perlu diperhatikan, seperti ketebalan bahan, kandungan bahan pengisi, jenis bahan pengisi, ketahanan lingkungan, dan kekuatan mekanik. Bahan katalitik seperti TiO_2 , SiO_2 , dan ZnO . Karena bahan ini ramah lingkungan dan banyak terdapat di alam, maka saat ini sedang dikembangkan sebagai bahan pengisi peredam gelombang mikro [2].

Titanat berjenis $MTiO_3$ ($M = Co, Ni, Mn, Fe, Cu, Ca, Cd, dll$) menjadi terkenal di dunia penelitian karena sifat listrik, magnet, dan fotokimianya. Senyawa ini memiliki struktur tipe ilmenit atau perovskit dan dikenal dengan sifat feroelektrik, piezoelektrik, dan dielektriknya. $MTiO_3$ karena sifat magnetiknya luar biasa maka bahan tersebut dianggap sebagai bahan yang pintar, seperti konstanta dielektrik k tinggi, super fenomena relaksasi paramagnetik, transportasi Magnetolistrik, dan lain-lain. Di antara titanat, beberapa logam transisi ($FeTiO_3$, $NiTiO_3$, $CoTiO_3$) telah menarik minat dalam bidang bahan dielektrik karena memiliki permitivitas dielektrik (ϵ') yang tinggi. Bahan ϵ' yang tinggi ini memiliki aplikasi yang baik dalam kapasitor, perangkat pengatur dan fotoelektroda untuk sel surya. Kami menyoroti $CoTiO_3$ (CoTO), diantara perovskit yang dianggap sebagai bahan dielektrik telah berhasil digunakan untuk kapasitor dalam sel memori akses acak (DRAM). Material ini menjadi terkenal di bidang perangkat semikonduktor, dikarenakan sifat permitivitas dielektriknya yang tinggi [8][9]. Diketahui dari karakterisasi magnet bahwa $CoTiO_3$ termasuk ke dalam bahan ferromagnetik dengan nilai permeabilitas yang tinggi. $CoTiO_3$ adalah bahan berfasa tunggal yang memiliki sifat permitivitas dan permeabilitas yang memiliki pigmen berwarna hijau. Pigmen berwarna hijau tersebut dapat diaplikasikan untuk penyamaran militer Indonesia yang sedang menggunakan seragam berwarna hijau [10]. Bahan magnetik seperti Fe, Ni, dan Nd dapat diserap gelombang mikro. Digunakan dalam penelitian ini, karena Ni memiliki ketahanan korosi, suhu, aus, dan kekerasan yang tinggi [2].

Pada penelitian sebelumnya, Apit et al telah berhasil menggantikan logam Mn di $CoTiO_3$. Dengan metode *mechanical milling* yang menghasilkan $CoTi_{(1-$

x) $Mn_{(x)}O_3$ fasa tunggal yang dapat menyerap hingga 81.3% gelombang mikro [11]. Menggunakan metode ko-presipitasi, Yunasfi et al, substitusi logam tanah jarang La dalam $NiFe_2O_4$. Untuk menghasilkan $Ni_{(0.5-x)}La_xFe_{2.5}O_4$ multifasa, yang dapat menyerap 94% gelombang mikro [12]. Selain itu, Yunasfi et al, juga berhasil memasukkan La ke dalam $NiFe_2O_4$ dengan menggunakan metode sol-gel. Hasilnya adalah $Ni_{(1.5-x)}La_xFe_{1.5}O_4$ multifasa yang dapat menyerap gelombang mikro sebesar 96% [13].

Berdasarkan uraian tersebut, penulis terdorong untuk melakukannya penelitian tentang “Sintesis Dan Karakterisasi Bahan $Ni_xCo_{(1-x)}TiO_3$ Sebagai Penyerap Gelombang Mikro”. Menggunakan metode reaksi padatan dengan metode *Mechanical Milling* dengan alat HEM (*High Energy Milling*). Penulis menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD) untuk mengetahui struktur kristal dalam penelitian ini. Tujuan dari *Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive Spectroscopy* (SEM-EDS) adalah untuk mengidentifikasi mikrostruktur. Terakhir, mengukur kapasitas penyerapan gelombang mikro adalah tujuan *Vector Network Analyzer* (VNA).

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana fasa sintesis dengan reaksi padatan terbentuk pada sistem $Ni_xCo_{(1-x)}TiO_3$ ($x=0.0; 0.25; 0.50; 0.75$)?
2. Bagaimana perubahan nilai x berdampak pada struktur kristal dan morfologi pada sistem $Ni_xCo_{(1-x)}TiO_3$?
3. Bagaimana kemampuan penyerapan gelombang mikro oleh bahan $Ni_xCo_{(1-x)}TiO_3$ hasil sintesis dengan metode reaksi padatan?

1.3 Batasan Masalah

1. NiO, Co_3O_4 , dan TiO_2 digunakan untuk membuat komposisi $Ni_xCo_{(1-x)}TiO_3$ dengan nilai komposisi $x = 0,0; 0,25; 0,50; 0,75$.
2. Sintesis dilakukan dengan menggunakan metode reaksi padatan menggunakan teknik *mechanical* milling dan sintering yang menggunakan suhu $1.000\text{ }^\circ\text{C}$ dilakukan selama 5 jam.

3. Untuk mengkarakterisasi sampel menggunakan X-Ray Diffraction (XRD), Scanning *Electron Microscopy* (SEM) dan *Vector Network Analyzer* (VNA).

1.4 Tujuan

1. Mengetahui fasa dengan metode reaksi padatan pada sistem $Ni_xCo_{(1-x)}TiO_3$ dengan ($x=0.0; 0.25; 0.50; 0.75$).
2. Mengetahui pengaruh variasi nilai x berdampak pada struktur kristal dan morfologi pada sistem $Ni_xCo_{(1-x)}TiO_3$.
3. Mengetahui kemampuan penyerapan gelombang mikro oleh bahan $Ni_xCo_{(1-x)}TiO_3$ hasil sintesis dengan metode reaksi padatan.

1.5 Manfaat

Hasil Penelitian ini diharapkan akan memberikan pemahaman yang lebih baik tentang karakterisasi material $Ni_xCo_{(1-x)}TiO_3$ pada frekuensi berkontribusi signifikan pada pembuatan bahan penyerap gelombang mikro yang lebih baik. Penelitian ini dapat memberikan dasar ilmiah yang kuat untuk pengembangan teknologi dan aplikasi di bidang perangkat mikro gelombang, komunikasi nirkabel, dan sensor. Hasil penelitian dapat digunakan sebagai panduan untuk pemilihan material dan optimasi desain dalam pengembangan perangkat penyerapan gelombang mikro. Peningkatan pemahaman tentang pengaruh komposisi, struktur mikro dari material $Ni_xCo_{(1-x)}TiO_3$ dapat membuka peluang baru dalam pengembangan material penyerapan gelombang mikro yang lebih efisien dan berkinerja tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. A. Saptari, "Microwave Absorbing Properties of $\text{La}_{0.67}\text{Ba}_{0.33}\text{Mn}_{1-x}\text{Ni}_x\text{O}_3$," *J. sains Mater. Indones.*, vol. 3, no. April 2012, pp. 183–186, 2014.
- [2] S. Wardiyati, W. A. Adi, S. Winatapura, P. Sains, B. Maju, and K. Puspipitek, "Jurnal Fisika Sintesis dan Karakterisasi Microwave Absorbing Material Berbasis Ni-SiO₂ dengan Metode Sol-Gel," vol. 8, no. 2, pp. 51–59, 2018.
- [3] B. S. a dan Y. Mashadi, R. Andriyani Putri, "Sintesis Bahan Magnetik $\text{Zn}_x\text{Fe}_{(3-x)}\text{O}_4$ Dengan Metode Ko-Presipitasi Sebagai Penyerap Gelombang Mikro Synthesis Of The $\text{Zn}_x\text{Fe}_{(3-x)}\text{O}_4$ Magnetic Materials As Microwave Absorber By Co-Precipitation Methods," *Maj. Ilm. Pengkajian Ind.*, Vol. 13, No. 2, Pp. 179–186, 2019.
- [4] J. M. Thomassin, C. Jérôme, T. Pardoën, C. Bailly, I. Huynen, and C. Detrembleur, "Polymer/carbon based composites as electromagnetic interference (EMI) shielding materials," *Mater. Sci. Eng. R Reports*, vol. 74, no. 7, pp. 211–232, 2013, doi: 10.1016/j.mser.2013.06.001.
- [5] Yunasfi, S. Nurfadilah, Mashadi, and W. A. Adi1, "Analisis Dan Karakterisasi $\text{Zn}_x\text{Fe}_{(3-x)}\text{O}_4$ Sebagai Penyerap Gelombang Mikro Pada Peralatan Telekomunikasi," *J. Sains dan Teknol. Nukl. Indones.*, vol. 1287, pp. 53–60, 2018.
- [6] D. Jiang *et al.*, "Electromagnetic Interference Shielding Polymers and Nanocomposites - A Review," *Polym. Rev.*, vol. 59, no. 2, pp. 280–337, 2019, doi: 10.1080/15583724.2018.1546737.
- [7] W. Ari Adi and Yunasfi, "Magnetic properties and microwave absorption characteristic of MWNT filled with magnetite coated iron nanoparticles," *Mater. Sci. Eng. B*, vol. 262, no. February 2019, p. 114760, 2020, doi: 10.1016/j.mseb.2020.114760.
- [8] S. Subramanian, S. Ganapathy, S. Subramanian, M. Rajaram, R. Thangaraj, and J. Ramasamy, "Effect of photocatalytic activity on cobalt titanate (CoTiO_3) nanostructures," *Mater. Today Proc.*, vol. 33, no. xxxx, pp. 2274–2278, 2019, doi: 10.1016/j.matpr.2020.04.189.
- [9] R. A. Silva, R. G. M. Oliveira, M. A. S. Silva, and A. S. B. Sombra, "Effect of V_2O_5 addition on the structural and electrical properties of CoTiO_3 ," *Compos. Part B Eng.*, vol. 176, no. November 2018, p. 107286, 2019, doi: 10.1016/j.compositesb.2019.107286.
- [10] T. Siregar, M. Rizky, W. A. Adi, Yunasfi, Mashadi, And T. Saragi, "Sintesis Bahan Penyerap Gelombang Mikro $\text{Co}_{0.75}\text{Ni}_{0.25}\text{Ti}_{(1-x)}\text{Y}_x\text{O}_3$ Menggunakan Metode Ball Mill," *J. Bahan dan Energi Indones.*, vol. 13,

no. 02, pp. 84–92, 2023.

- [11] M. Apit, R. O. Bura, W. A. Adi, and R. A. Ajiesastra, “Synthesis And Characterization Of $\text{CoTi}(1-X)\text{Mn}(X)\text{O}_3$ As A Radar Absorbing Material,” *J. Pertahanan Vol*, vol. 1, no. August, pp. 93–108, 2020, [Online]. Available: <http://jurnal.idu.ac.id/files/journals/16/articles/145/attachment/145-367-1-AT.pdf>
- [12] Yunasfi, N. Awaliyah, and Hendrawati, “Karakterisasi Sifat Magnetik Dan Serapan Gelombang Mikro $\text{Ni}(0,5-X)\text{LaxFe}_2,5\text{O}_4$ Hasil Sintesis Dengan Metode Ko-Presipitasi,” *J. Sains Mater. Indones.*, vol. 19, no. Juli, pp. 169–174, 2018.
- [13] Yunasfi, Mashadi, and A. Mulyawan, “Sintesis Bahan Absorber Gelombang Mikro $\text{Ni}(1,5-x)\text{LaxFe}_1,5\text{O}_4$ Dengan Metode Sol Gel,” *J. Sains Mater. Indones.*, vol. 19, no. Oktober, pp. 19–24, 2017.
- [14] I. Ismail and K. Budayawan, “Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Larutan Gula Menggunakan Radiasi Gelombang Mikro,” *Voteteknika (Vocational Tek. Elektron. dan Inform.*, vol. 10, no. 1, p. 20, 2022, doi: 10.24036/voteteknika.v10i1.116436.
- [15] N. Kurniawati, “Pemodelan Eksperimen Pemanasan Crude Oil Dengan Dual Sumber Gelombang Mikro,” 2016.
- [16] Y. A. Kurniawan, “Analisis Karakteristik Termal Reaktor Gelombang Mikro Untuk Pirolisis Berbahan Baku Limbah Sisa Makanan,” 2016.
- [17] A. Kurnia and Sudarti, “Analisis Keuntungan Dan Kendala Pemanfaatan Gelombang Mikro (Micro Wave) Pada Pesawat Radar,” *J. Ikat. Alumni Fis.*, vol. 8, no. 3, pp. 36–41, 2023.
- [18] N. Hasanah, “Sintesis Dan Karakterisasi Bahan Penyerap Gelombang Mikro Sistem NiCe,” vol. 4, 2019.
- [19] S. A. Saptari, “Disain Material Absorber Gelombang Mikro Senyawa Dasar $(\text{La}, \text{Ba})(\text{Mn}, \text{Ti})\text{O}_3$ Melalui Proses Penghalusan Mekanik,” 1977.
- [20] V. Komarov, S. Wang, and J. Tang, “Permittivity and Measurements,” *Encycl. RF Microw. Eng.*, vol. 19, no. June 1999, pp. 225–239, 2005, doi: 10.1002/0471654507.eme308.
- [21] I. N. Priyono, Nur Abidin, “Pengukuran permitivitas kompleks material magnetik menggunakan metode S-parameter dengan pendekatan Nicolson Rose-Weir,” *Berk. Fis.*, vol. 22, no. 2, pp. 56–61, 2019.
- [22] M. F. Setiadi, M. Sarwoko, and E. Kurniawan, “Pemanfaatan Fluks Magnetik Sebagai Sumber Pembangkit Tenaga Listrik Dengan Menggunakan Solenoida,” *e-Proceeding Eng.*, vol. 2, no. 3, pp. 7011–

7018, 2015.

- [23] H. Wei, Z. Zhang, G. Hussain, L. Zhou, Q. Li, and K. Ken, "Techniques to enhance magnetic permeability in microwave absorbing materials," *Appl. Mater. Today*, vol. 19, p. 100596, 2020, doi: 10.1016/j.apmt.2020.100596.
- [24] A. Awalliyah, H. Ikhwan, V. Nugiasari, and R. Zainul, "Prinsip Dasar Milling Dalam Sintesis Material," *Lab. Kim. FMIPA, Univ. Negeri Padang, Indones.*, vol. 1, no. 21, pp. 1–15, 2018, [Online]. Available: <https://osf.io/preprints/inarxiv/9xsqe/>
- [25] Y. Yunasfi, M. Mashadi, A. Mulyawan, and W. A. Adi, "Synthesis of Ni_{1-x}Fe_xO₄ System as Microwave Absorber Materials by Milling Technique," *J. Electron. Mater.*, vol. 49, no. 12, pp. 7272–7278, 2020, doi: 10.1007/s11664-020-08489-w.
- [26] S. Amri and M. P. Utomo, "Preparasi dan Karakterisasi Komposit ZnO-Zeolit untuk Fotodegradasi Zat Warna Congo Red," *J. Kim. Dasar*, vol. 6, no. 2, pp. 29–36, 2017.
- [27] I. L. P. Mursal, "Karakterisasi Xrd Dan Sem Pada Material Nanopartikel Serta Peran Material Nanopartikel Dalam Drug Delivery System," *Pharma Xplore J. Ilm. Farm.*, vol. 3, no. 2, pp. 214–221, 2018, doi: 10.36805/farmasi.v3i2.491.
- [28] E. Puspita, M. Ginting, and Ramlan, "Preparation and Characterization of Fe₂O₃ from Iron Sand of the Coastal Sea of Cidaun Beach-South Cianjur (Indonesia) using the Co-precipitation Method," *Sci. Technol. Indones.*, vol. 8, no. 4, pp. 594–598, 2023, doi: 10.26554/sti.2023.8.4.594-598.
- [29] N. Masta, "Buku Materi Pembelajaran Scanning Electron Microscopy," *Patra Widya Seri Pnb. Penelit. Sej. dan Budaya.*, vol. 21, no. 3, pp. i–iii, 2020.
- [30] A. Abdullah and A. Mohammed, "Scanning Electron Microscopy (SEM): A Review," *Proc. 2018 Int. Conf. Hydraul. Pneum. - HERVEX*, pp. 77–85, 2019.
- [31] K. Lubis, "Metoda-Metoda Karakterisasi Nanopartikel Perak," *J. Pengabd. Kpd. Masy. Vol. 21 Nomor 79 Tahun XXI Maret 2015*, vol. 21, pp. 50–55, 2015.
- [32] S. O. Wijayanto and A. Bayuseno, "Analisis Kegagalan Material Pipa Ferrule Nickel Alloy N06025 Pada Waste Heat Boiler Akibat Suhu Tinggi Berdasarkan Pengujian : Mikrofafi Dan Kekerasan," *J. Tek. Mesin S-1*, vol. 2, no. 1, pp. 33–39, 2016.
- [33] Apriatin, "Analisis Penyerap Gelombang Elektromagnetik Pada Material LaMnO₃ Dengan Doping Ca, Ba, dan Sr," 2023.

- [34] T. Anggraini, *Sintesis dan Karakterisasi Fe_{2-x}La_xTiO₅ Sebagai Absorber Gelombang Elektromagnetik*. 2017.
- [35] R. I. Admi, “Analisis Sifat Absorpsi Gelombang Mikro Material Keramik Berbasis La_{0,7}(Ca_{1-x}Sr_x)_{0,3}MnO₃ (x=0;0,1;0,2;dan 0,3),” vol. 7, 2019, [Online]. Available: <https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/47458>
- [36] A. Johan, D. Setiabudidaya, F. S. Arsyad, Ramlan, and W. A. Adi, “Strong and weak ferromagnetic of cobalt ferrite: Structural, magnetic properties and reflection loss characteristic,” *Mater. Chem. Phys.*, vol. 295, no. September 2022, 2023, doi: 10.1016/j.matchemphys.2022.127086.
- [37] Yunasfi, A. Mulyawan, Mashadi, D. S. Winatapura, and A. A. Wisnu, “Magnetic and microwave absorption properties of La³⁺-substituted manganese ferrites synthesized via solid-state reaction method,” *Appl. Phys. A Mater. Sci. Process.*, vol. 127, no. 10, pp. 1–12, 2021, doi: 10.1007/s00339-021-04907-w.
- [38] F. A. Elmaria, “Modifikasi Dan Karakteristik Magnetik Silika Nanomaterial (MSNP/SO₄²⁻) Berbasis Silika Alam Sebagai Katalis Pembentuk Metil Ester,” vol. 8, no. 5, p. 55, 2019.
- [39] M. I. Ramadhan, W. Widanarto, and S. Sunardi, “Pengaruh Temperatur Sintering Terhadap Struktur dan Sifat Magnetik Ni²⁺- Barium Ferit sebagai Penyerap Gelombang Mikro,” *J. Teras Fis.*, vol. 1, no. 1, p. 23, 2018, doi: 10.20884/1.jtf.2018.1.1.567.
- [40] Imastuti, R. OBura, and W. Ari Adi, “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,” *J. Teknol. Daya Gerak*, vol. 2, no. 2, pp. 64–81, 2019, [Online]. Available: <http://risn.ristekdikti.go.id/>,