

**KARAKTERISTIK SERAPAN GELOMBANG MIKRO NANOKOMPOSIT  
BERBASIS  $\text{La}_2\text{O}_3$ /MATERIAL KARBON BERDIMENSI RENDAH**

**SKRIPSI**

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



**Diajukan Oleh :**

**OKTA TIARA NOVITASARI**

**NIM. 08021282025068**

**JURUSAN FISIKA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2024**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**KARAKTERISTIK SERAPAN GELOMBANG MIKRO NANOKOMPOSIT**  
**BERBASIS  $\text{La}_2\text{O}_3$ /MATERIAL KARBON BERDIMENSI RENDAH**

**SKRIPSI**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains

Bidang Fisika Fakultas MIPA

Oleh:

**OKTA TIARA NOVITASARI**

**NIM. 08021282025068**

Indralaya, Mei 2024

Menyetujui,

Pembimbing II

**Prof. Dr. Wisnu Ari Adi**  
**NIP. 197112131998031003**

Pembimbing I

**Dr. Ramlan**  
**NIP. 196604101993031003**

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Fisika

**Dr. Frisrah 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 : Okta Tiara Novitasari

NIM : 08021282025068

Judul TA : Karakteristik Serapan Gelombang Mikro Nanokomposit Berbasis  $\text{La}_2\text{O}_3$ /Material Karbon Berdimensi Rendah

Dengan ini saya menyatakan bahwa 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, Mei 2024

Yang menyatakan



**Okta Tiara Novitasari**

**NIM. 08021282025068**

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Warohmatullahi Wabarokatuh

Alhamdulillah puji syukur kehadiran Allah Subhanallahu Wa Ta'ala, karena berkat rahmat dan karunia-Nya masih diberi kesempatan dan kesehatan hingga saat ini. Skripsi dengan judul **“Karakteristik Serapan Gelombang Mikro Nanokomposit Berbasis La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Material Karbon Berdimensi Rendah”**, ini dapat diselesaikan dengan sebaik-baiknya. Skripsi ini dibuat sebagai laporan penelitian tugas akhir yang telah dilaksanakan di Pusat Material Maju (PRMM), Badan Riset Inovasi Negara (BRIN), Kawasan Puspitek Serpong, Tangerang Selatan. Skripsi ini di ajukan dengan tujuan untuk melengkapi persyaratan kurikulum agar dapat memperoleh gelar Sarjana Sains di Jurusan Fisika Universitas Sriwijaya.

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 pada pihak-pihak yang membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini terutama kepada dosen Dr. Ramlan (Pembimbing I) dan Prof. Dr. Wisnu Ari Adi (Pembimbing II) yang telah banyak memberikan bimbingan, nasihat, motivasi serta membantu dalam pelaksanaan penelitian skripsi. Penulis ucapkan terima kasih 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. Mama, papa dan keluarga penulis yang telah memberikan izin, restu dan dukungannya untuk menyelesaikan skripsi.
3. Bapak Ade Mulyawan, S.Si. M.Eng. selaku pembimbing laboratorium saya ucapkan sebesar-besarnya terima kasih karena telah membantu saya

menyelesaikan laporan skripsi, serta memberikan ilmu dan wawasan terkait penelitian ini dan saran yang sangat membangun untuk saya melanjutkan pendidikan kedepannya.

4. Bapak Prof. Hermansyah, S.Si., M.T., Ph.D selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Frinsyah 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 Erni, 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. Idha Royani, M.Si. selaku dosen pembahas dan penguji penulis yang telah memberikan saran dan masukan pada saat seminar proposal dan sidang.
8. Bapak Prof. Dr. Muhammad Irfan, M.T. 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. selaku Peneliti yang telah mendukung dan membantu menyelesaikan skripsi.
11. Bapak Mashadi, M.Si. selaku peneliti yang telah mendukung dan membantu menyelesaikan skripsi.
12. Alya Putri Yoanda yang telah membantu, menemani, dan mendukung penulis dalam menyelesaikan skripsi.
13. Kak Mita, Kak Sri, Kak Dinda selaku Kakak tingkat yang telah membantu, menemani dan mendukung penulis dalam menyelesaikan skripsi selama berada di BRIN Serpong.
14. Annisa Intan Fhadilla dan Nurhidayah selaku teman satu tim penulis di material magnet yang telah menemani dan saling mendukung dalam melaksanakan skripsi.

15. Anisa Dwi Maharani dan Squad Teori Material selaku teman penulis yang telah mendukung penulis dalam melaksanakan skripsi.
16. Saudara sepupu penulis, Kak Wanda dan Yudis yang telah memberikan dukungannya dalam menyelesaikan skripsi.
17. Ilfa, Dini, Putri, Tata (Jamet dan PT. Kokom Solid Berjangka) selaku teman penulis yang telah mendukung penulis dalam melaksanakan skripsi.
18. Almamater penulis Universitas Sriwijaya yang saya cintai dan banggakan.
19. Semua Pihak yang banyak membantu penulis 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.

Palembang, Mei 2024

Penulis



**Okta Tiara Novitasari**  
**NIM. 08021282025068**

**MICROWAVE ABSORPTION CHARACTERISTICS OF NANOCOMPOSITES  
BASED ON  $\text{La}_2\text{O}_3$ /LOW DIMENSIONAL CARBON MATERIALS**

**By:**

**OKTA TIARA NOVITASARI**

**NIM. 08021282025068**

**ABSTRACT**

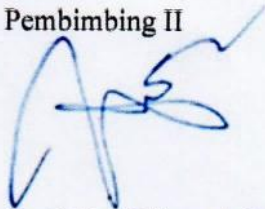
The study aims to investigate the microwave absorption characteristics of  $\text{La}_2\text{O}_3$ /low-dimensional carbon-based material nanocomposite. Three types of low-dimensional carbon materials were used in this study: carbon glassy spherical (CGS), graphene oxide (GO), and multi-walled carbon nanotube (MWCNT). The synthesis of nanocomposite compounds was carried out by using the co-precipitation method. The results of research on XRD analysis show that the main phase belonging to lanthanum oxide ( $\text{La}_2\text{O}_3$ ) has been successfully formed in all composite samples made. The Raman Spectra graph of the  $\text{La}_2\text{O}_3$ /carbon material composite sample shows that the results of the carbon material characterization test were detected by showing broad peak areas of the D band and G band in all samples. The surface morphology is shaped like nanoneedles with the addition of carbon material to form a  $\text{La}_2\text{O}_3$  morphology structure which follows the structural shape of each carbon material. The  $\text{N}_2$  adsorption-desorption isotherm curve shows type IV with an H3 hysteresis loop, which indicates the presence of a mesoporous structure within the particle. The ability to absorb microwaves at the C-band frequency is 4-8 GHz and the X-band frequency is 8-12 GHz, which shows that this material is capable of absorbing microwaves by 90%. The microwave absorption of  $\text{La}_2\text{O}_3$ /carbon material at C-band frequency is 99.90% for  $\text{La}_2\text{O}_3$ /CGS, 99.40% for  $\text{La}_2\text{O}_3$ /GO, and 96.85% for  $\text{La}_2\text{O}_3$ /MWCNT. At the X-band frequency, for  $\text{La}_2\text{O}_3$ /CGS is 98.57%, for  $\text{La}_2\text{O}_3$ /GO is 99.73%, and for  $\text{La}_2\text{O}_3$ /MWCNT is 99.77%.

**Keywords:** Lanthanum, nanocomposite, carbon material, absorption, microwave

Indralaya, Mei 2024

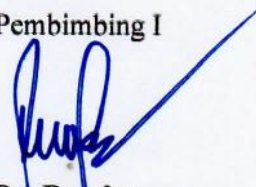
Menyetujui,

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. 197609101994121001

**KARAKTERISTIK SERAPAN GELOMBANG MIKRO NANOKOMPOSIT  
BERBASIS  $\text{La}_2\text{O}_3$ /MATERIAL KARBON BERDIMENSI RENDAH**

Oleh:

**OKTA TIARA NOVITASARI  
NIM. 08021282025068**

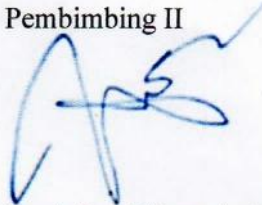
**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi karakteristik serapan gelombang mikro dari nanokomposit berbasis  $\text{La}_2\text{O}_3$ /material karbon berdimensi rendah. Tiga jenis bahan karbon berdimensi rendah digunakan dalam penelitian ini: *carbon glassy spherical* (CGS), *graphene oxide* (GO), dan *multi-walled carbon nanotube* (MWCNT). Sintesis senyawa nanokomposit dilakukan dengan menggunakan metode kopresipitasi. Hasil penelitian pada analisis XRD menunjukkan bahwa fasa utama milik lanthanum oksida ( $\text{La}_2\text{O}_3$ ) telah berhasil terbentuk pada seluruh sampel komposit yang dibuat. Grafik Raman Spektra sampel komposit  $\text{La}_2\text{O}_3$ /material karbon menunjukkan bahwa hasil uji karakterisasi material karbon terdeteksi dengan menunjukkan puncak luas area D band dan G band pada semua sampel. Morfologi permukaan berbentuk seperti *nanoneedles* dengan tambahan material karbon terbentuklah struktur morfologi  $\text{La}_2\text{O}_3$  yang mengikuti bentuk struktur setiap material karbon. Kurva isotherm adsorpsi-desorpsi  $\text{N}_2$  menunjukkan tipe IV dengan loop histeresis H3, yang menunjukkan adanya struktur mesopori di dalam partikel. Kemampuan penyerapan gelombang mikro pada frekuensi C-band yaitu 4-8 GHz dan frekuensi X-band yaitu 8-12 GHz yang menunjukkan bahwa material ini mampu menyerap gelombang mikro sebesar 90%. Penyerapan gelombang mikro yang dimiliki pada material  $\text{La}_2\text{O}_3$ /Material karbon pada frekuensi C-band yaitu untuk  $\text{La}_2\text{O}_3$ /CGS adalah 99,90%, untuk  $\text{La}_2\text{O}_3$ /GO adalah 99,40%, dan untuk  $\text{La}_2\text{O}_3$ /MWCNT adalah 96,85%. Pada frekuensi X-band yaitu untuk  $\text{La}_2\text{O}_3$ /CGS adalah 98,57%, untuk  $\text{La}_2\text{O}_3$ /GO adalah 99,73%, dan untuk  $\text{La}_2\text{O}_3$ /MWCNT adalah 99,77%.

**Kata kunci:** Lantanum, nanokomposit, material karbon, penyerapan, gelombang mikro

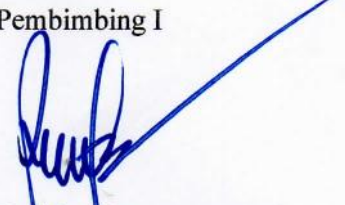
Indralaya, Mei 2024  
Menyetujui,

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

<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....</b>	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN.....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Batasan Masalah .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Logam Tanah Jarang (LTJ).....	5
2.2 Lantanum Oksida (La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ).....	5
2.3 Modifikasi Struktur La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> dan Kompositnya .....	7
2.4 Material Karbon Berdimensi Rendah .....	8
2.4.1 <i>Carbon Glassy Spherical (CGS)</i> .....	8
2.4.2 <i>Graphene Oxide (GO)</i> .....	9
2.4.3 <i>Multi-Walled Carbon Nanotube (MWCNT)</i> .....	10

2.5	Metode Kopresipitasi .....	11
2.6	Gelombang Mikro.....	12
2.7	Karakterisasi Nanokomposit La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Material Karbon .....	14
2.7.1	<i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	14
2.7.2	<i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM) .....	16
2.7.3	<i>Field Emission-Scanning Electron Microscope</i> (FESEM).....	17
2.7.4	Raman Spektroskopi .....	18
2.7.5	<i>Brunauer-Emmett-Teller</i> (BET) .....	19
2.7.6	<i>Vector Network Analyzer</i> (VNA).....	21
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>23</b>
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian .....	23
3.2	Metode Penelitian .....	23
3.3	Alat dan Bahan Penelitian.....	23
3.3.1	Alat Penelitian.....	23
3.3.2	Bahan Penelitian .....	25
3.3.3	Alat Karakterisasi .....	26
3.4	Prosedur Penelitian .....	26
3.4.1	Preparasi Bahan Nanokomposit La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + CTAB .....	26
3.4.2	Tahapan Nanokomposit La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Material Karbon.....	27
3.4.3	Pengujian Material .....	27
3.5	Bagan Alir Penelitian.....	28
3.5.1	Bagan Alir Preparasi sintesis La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + CTAB .....	28
3.5.2	Bagan Alir Preparasi Nanokomposit La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Material Karbon.....	29
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>30</b>
4.1	Analisis pembentukan fasa dengan analisis spektrum XRD dan Raman	30

4.2	Modifikasi struktural semua sampel (Data SEM, FESEM).....	34
4.3	Sifat fisik (Luas permukaan, BET) .....	43
4.4	Sifat gelombang mikro dan karakteristik penyerapan gelombang mikro (VNA).....	47
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>50</b>
5.1	Kesimpulan .....	50
5.2	Saran .....	51
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>52</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>57</b>
	Lampiran 1 : Perhitungan $\text{LaCl}_3$ , $\text{NH}_4\text{OH}$ .....	58
	Lampiran 2 : Perhitungan % penyerapan gelombang mikro .....	59
	Lampiran 3 : Alat dan bahan penelitian .....	62
	Lampiran 4 : Proses penelitian .....	66
	Lampiran 5 : Hasil data karakterisasi .....	70

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2. 1</b> La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Polyhedral.....	7
<b>Gambar 2. 2</b> Struktur Carbon Glassy Spherical .....	9
<b>Gambar 2. 3</b> Struktur Graphene dan Graphene Oxide.....	9
<b>Gambar 2. 4</b> Struktur SWCNT dan MWCNT .....	10
<b>Gambar 2. 5</b> Gelombang Elektromagnetik .....	12
<b>Gambar 2. 6</b> Spektrum Gelombang Elektromagnetik .....	13
<b>Gambar 2. 7</b> Fenomena Gelombang Elektromagnetik .....	13
<b>Gambar 2. 8</b> Skema Dasar XRD.....	15
<b>Gambar 2. 9</b> Skema Dasar SEM.....	17
<b>Gambar 2. 10</b> Skema Dasar FESEM .....	18
<b>Gambar 2. 11</b> Skema Alat Uji Karakterisasi Raman Spectroscopy .....	19
<b>Gambar 2. 12</b> Alat Uji Karakterisasi BET.....	20
<b>Gambar 2. 13</b> Skema Uji Karakterisasi VNA.....	21
<b>Gambar 4. 1</b> Pola difraksi sinar-X sampel komposit La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /material karbon.....	30
<b>Gambar 4. 2</b> Grafik Raman Spektra sampel komposit La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /material karbon ...	32
<b>Gambar 4. 3</b> Struktur morfologi sampel komposit La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /CGS dengan perbesaran (a) 10000x; (b) 15000x; (c) 20000x; (d) 30000x .....	34
<b>Gambar 4. 4</b> Morfologi sampel komposit La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /GO dengan perbesaran (a) 10000x; (b) 15000x; (c) 20000x; (d) 30000x.....	35
<b>Gambar 4. 5</b> Morfologi sampel komposit La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /MWCNT dengan perbesaran (a) 10000x; (b) 15000x; (c) 20000x; (d) 30000x.....	36
<b>Gambar 4. 6</b> Morfologi FESEM sampel komposit La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /CGS dengan perbesaran (a) 15000x; (b) 30000x; (c) 50000x; (d) 70000x .....	37
<b>Gambar 4. 7</b> Unsur kimia yang terdapat pada sampel La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /CGS (a) Mapping sampel; (b) La; (c) O; (d) C .....	38
<b>Gambar 4. 8</b> Morfologi FESEM sampel komposit La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /GO dengan perbesaran (a) 15000x; (b) 30000x; (c) 50000x; (d) 70000x .....	39
<b>Gambar 4. 9</b> Unsur kimia yang terdapat pada sampel La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /GO (a) Mapping sampel; (b) La; (c) O; (d) C.....	40

<b>Gambar 4. 10</b> Morfologi FESEM sampel komposit $\text{La}_2\text{O}_3/\text{MWCNT}$ dengan perbesaran (a) 15000x; (b) 30000x; (c) 50000x; (d) 70000x.....	41
<b>Gambar 4. 11</b> Unsur kimia yang terdapat pada sampel $\text{La}_2\text{O}_3/\text{MWCNT}$ (a) Mapping sampel; (b) La; (c) O; (d) C .....	42
<b>Gambar 4. 12</b> Grafik $\text{N}_2$ Adsorpsi (garis merah)-Desorpsi (garis biru) Isoterma dari sampel komposit (a) $\text{La}_2\text{O}_3/\text{CGS}$ , (b) $\text{La}_2\text{O}_3/\text{GO}$ , dan (c) $\text{La}_2\text{O}_3/\text{MWCNT}$ .....	44
<b>Gambar 4. 13</b> Grafik distribusi ukuran pori pada sampel komposit (a) $\text{La}_2\text{O}_3/\text{CGS}$ , (b) $\text{La}_2\text{O}_3/\text{GO}$ , dan (c) $\text{La}_2\text{O}_3/\text{MWCNT}$ .....	46
<b>Gambar 4. 14</b> Grafik serapan gelombang mikro material $\text{La}_2\text{O}_3/\text{Material karbon}$ .....	47
<b>Gambar 4. 15</b> Nilai reflection loss dari hasil uji penyerapan gelombang mikro .	48

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2. 1</b> Aplikasi Lantanum .....	6
<b>Tabel 3. 1</b> Alat Sintesis Material $\text{La}_2\text{O}_3$ /Material Karbon.....	23
<b>Tabel 3. 2</b> Bahan Sintesis Material $\text{La}_2\text{O}_3$ /Material Karbon .....	25
<b>Tabel 4. 1</b> Spektra dua puncak dari Raman sampel komposit $\text{La}_2\text{O}_3$ /material karbon.....	33
<b>Tabel 4. 2</b> Komposisi elemen penyusun pada sampel $\text{La}_2\text{O}_3$ /CGS .....	39
<b>Tabel 4. 3</b> Komposisi elemen penyusun pada sampel $\text{La}_2\text{O}_3$ /GO .....	41
<b>Tabel 4. 4</b> Komposisi elemen penyusun pada sampel $\text{La}_2\text{O}_3$ /MWCNT.....	43
<b>Tabel 4. 5</b> Analisis $\text{N}_2$ adsorpsi-desorpsi.....	45
<b>Tabel 4. 6</b> Nilai reflection loss dari hasil uji penyerapan gelombang mikro.....	48

## DAFTAR SINGKATAN

BAPETEN	: Badan Pengawas Tenaga Nuklir
BET	: Brunauer-Emmett-Teller
CNT	: Carbon Nanotube
CGS	: Carbon Glassy Spherical
FESEM	: Field Emission Scanning Electron Microscope
GO	: Graphene Oxide
La	: Lanthanum
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	: Lanthanum Oxide
La(OH) <sub>3</sub>	: Lanthanum Hydroxide
LaOCl	: Lanthanum Oxychloride
LTJ	: Logam Tanah Jarang
MRAMs	: Microwave and Radar Absorbing Materials
MWCNT	: Multi-wall Carbon Nanotube
NiMH	: Nickel Metal Hybrid
RL	: Reflection Loss
SEM	: Scanning Electron Microscope
TLZT	: Timbal Lantanum Zirkonium Titanat
VNA	: Vector Network Analyzer
XRD	: X-Ray Diffraction

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Di era modern ini, perkembangan teknologi nirkabel dan komunikasi terus meningkat dengan pesat yang dimana gelombang mikro ini menjadi sangat penting dalam berbagai aplikasi, seperti komunikasi seluler, radar, dan sistem komunikasi. Penggunaan gelombang mikro memungkinkan pertukaran informasi yang cepat dan efisien, memperluas jangkauan komunikasi serta meningkatkan kemampuan deteksi dan pemantauan. Namun, seiring berjalannya waktu dengan meningkatnya penggunaan peralatan elektronik juga dapat menyebabkan polusi elektromagnetik yang tidak dapat dihindari, sehingga masalah ini menjadi semakin serius [1]. Oleh karena itu, penting untuk mengembangkan bahan penyerap gelombang elektromagnetik yang mampu menyerap gelombang yang tidak diinginkan, sehingga dapat mengurangi tingkat interferensi dan meningkatkan kinerja sistem elektromagnetik. Untuk mengatasi masalah tersebut, salah satu teknik yang efektif adalah menggunakan bahan penyerap gelombang mikro [2].

Untuk menanggulangi masalah interferensi gelombang mikro tersebut, penelitian mengenai kandidat bahan penyerap gelombang mikro telah menjadi topik penelitian yang menarik dan sangat berkembang pesat untuk diteliti. Salah satunya yakni pengembangan bahan penyerap gelombang mikro yang tidak diinginkan pada rentang frekuensi yang telah ditentukan [2]. Material ini memiliki kemampuan yang baik dalam menyerap gelombang mikro sehingga pada umumnya material ini pun digunakan dalam pengembangan teknologi siluman (*stealth*) pada alutsista militer sebagai penyerap gelombang radar sehingga material ini kerap kali dikenal sebagai *Microwave and Radar Absorbing Materials* (MRAMs). Material *Microwave and Radar Absorbing Materials* (MRAMs) yang diinginkan harus memiliki nilai-nilai tertentu dari permitivitas dan permeabilitas untuk menghilangkan gangguan elektromagnetik yang tidak diinginkan. Hal ini menjadi peran penting dalam membantu peralatan militer menghindari deteksi radar [3]. Adapun prinsip kerja



bahan penyerapan gelombang mikro adalah dengan menyerap gelombang mikro yang datang dan menjadi energi panas melalui konversi yang tidak dapat diubah (*irreversible conversion*) atau menghilangkan transmisi gelombang mikro yang datang melalui mekanisme refleksi akibat geometri bahan [4]. Terdapat beberapa parameter yang dapat mempengaruhi sifat fisik dan magnetik serta struktur kristal, termasuk melalui penggunaan butiran bubuk yang lebih halus atau penggunaan aditif yang dapat mengubah ukuran dan struktur kristal [5]. Bahan penyerap gelombang mikro biasanya terdiri dari material yang memiliki sifat dielektrik tinggi seperti bahan polimer, keramik, atau komposit yang mengandung partikel penyerap gelombang mikro. Bahan penyerap gelombang yang baik diharuskan memiliki karakteristik bobot yang rendah, *bandwidth* yang luas, ketebalan yang tipis dan nilai *reflection loss* (RL) yang rendah minimum RL= -10 dB [6].

Penelitian ini menggunakan material Lantanum Oksida atau  $\text{La}_2\text{O}_3$  yang merupakan salah satu contoh material turunan Logam Tanah Jarang (LTJ). Material jenis ini memiliki sifat dielektrik yang baik dalam nilai permitivitas yang tinggi [4], sehingga dapat menjadi kandidat bahan penyerap gelombang mikro yang baik. Berdasarkan penelitian sebelumnya, bahan  $\text{La}_2\text{O}_3$  menunjukkan sifat penyerapan gelombang mikro yang baik dalam rentang frekuensi 8–12 GHz di mana nilai puncak penyerapan gelombang mikro berada sekitar -20 dB pada 8,4 GHz; -15,0 dB pada 10,5 GHz; dan -22 dB pada 11,7 GHz [7].

Untuk meningkatkan fenomena refleksi akibat faktor geometri bahan yang terkait dengan bentuk partikel dari kandidat material MRAMs. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk membuat material tersebut yaitu menggabungkannya dengan bahan lain yang berbasis karbon berdimensi rendah dengan karakteristik luas permukaan yang besar. Bahan karbon berdimensi rendah seperti *graphene oxide*, *carbon nanotube*, atau *carbon spherical glass* memiliki struktur yang terdiri dari rantai atom karbon yang tersusun dalam bentuk lapisan–lapisan yang sangat tipis, sehingga diharapkan terjadinya peningkatan luas permukaan yang mampu meningkatkan fenomena refleksi dan kemampuan serapan gelombang mikro dari komposit  $\text{La}_2\text{O}_3$ /material karbon berdimensi rendah yang dibuat. Selain itu, bahan–

bahan tersebut juga memiliki sifat konduktivitas termal dan listrik yang baik sehingga sangat sesuai untuk dimanfaatkan sebagai bahan paduan komposit kandidat MRAMs.

Fokus utama dari penelitian ini adalah untuk melakukan sintesis bahan kandidat penyerap gelombang mikro berbasis nanokomposit bahan  $\text{La}_2\text{O}_3$ /material karbon berdimensi rendah. Adapun material karbon berdimensi rendah yang digunakan adalah *graphene oxide*, *carbon nanotube*, tipe *multi-walled carbon nanotube*, dan *carbon glassy spherical*. Oleh sebab itu, penelitian ini dilakukan untuk membahas proses sintesis dan modifikasi bahan  $\text{La}_2\text{O}_3$  untuk pembuatan nanokomposit, karakteristik bahan, dan analisa hasil serapan gelombang bahan yang diukur.

## **1.2 Rumusan Masalah**

1. Bagaimana cara mensintesis nanokomposit  $\text{La}_2\text{O}_3$ /material karbon sebagai kandidat material penyerapan gelombang mikro?
2. Bagaimana menganalisis karakteristik dari serapan gelombang mikro nanokomposit  $\text{La}_2\text{O}_3$ /material karbon berdimensi rendah berdasarkan hasil uji karakterisasi?
3. Bagaimana pengaruh variasi komposisi  $\text{La}_2\text{O}_3$ /material karbon terhadap karakteristik serapan gelombang mikro nanokomposit?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

1. Mengetahui cara mensintesis nanokomposit  $\text{La}_2\text{O}_3$ /material karbon berdimensi rendah.
2. Menganalisis karakteristik serapan gelombang mikro nanokomposit  $\text{La}_2\text{O}_3$ /material karbon berdimensi rendah berdasarkan hasil uji karakterisasi.
3. Mengetahui pengaruh dari variasi komposisi  $\text{La}_2\text{O}_3$ /material karbon terhadap karakteristik serapan gelombang mikro nanokomposit.

#### **1.4 Batasan Masalah**

1. Sintesis nanokomposit menggunakan material karbon berdimensi rendah yang berupa *graphene oxide*, *multi-walled carbon nanotube* dan *carbon glassy spherical*.
2. Karakterisasi yang digunakan adalah XRD, SEM, FESEM, RAMAN, BET dan VNA.
3. Mengetahui pengaruh variasi material karbon yang digunakan dalam sintesis nanokomposit  $\text{La}_2\text{O}_3$ /material karbon terhadap karakteristik serapan gelombang mikro.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman terkait hasil karakterisasi material nanokomposit dalam menyerap gelombang mikro yang efektif, pemahaman dalam mensintesis dan modifikasi material pada pengembangan teknologi yang memiliki karakteristik dan aplikasi potensial di bidang militer.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Wei *et al.*, “Applied Surface Science Excellent microwave absorption property of nano-Ni coated hollow silicon carbide core-shell spheres,” *Appl Surf Sci*, vol. 508, no. January, p. 145261, 2020, doi: 10.1016/j.apsusc.2020.145261.
- [2] A. Mulyawan, Yunasfi, and W. A. Adi, “Pengaruh Waktu Milling Terhadap Mikrostruktur dan Sifat Magnetik Komposit NiFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>-NdFeO<sub>3</sub>,” *Metalurgi*, vol. 3, pp. 105–113, 2017.
- [3] Y. Yunasfi, M. Mashadi, A. D. E. Mulyawan, and W. A. R. I. Adi, “Synthesis of NiLa<sub>x</sub>Fe<sub>(2-x)</sub>O<sub>4</sub> 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.
- [4] P. Yin *et al.*, “The microwave absorbing properties of ZnO / Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> / paraffin composites in low frequency band The microwave absorbing properties of ZnO / Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> / paraffin composites in low frequency band,” *Mater Res Express*, vol. 5, no. 2, pp. 1–9, 2018.
- [5] Ramlan, D. Setiabudidaya, Suprapedi, A. A. Bama, and Muljadi, “Study on the effect of CaO addition on micro structure and magnetic properties of BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub> made using powder metallurgy technique,” in *AIP Conference Proceedings*, American Institute of Physics Inc., Mar. 2020. doi: 10.1063/5.0003036.
- [6] D. Min, “Enhanced Microwave Absorption Performance of Double-Layer Absorbers Containing BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub> Ferrite and Graphite Nanosheet Composites,” *J Electron Mater*, vol. 49, no. 1, pp. 819–825, 2020, doi: 10.1007/s11664-019-07730-5.
- [7] W. A. Adi, S. Wardiyati, and S. H. Dewi, “Nanoneedles of Lanthanum Oxide (La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>): A Novel Functional Material for Microwave Absorber Material,” *IOP Conf Ser Mater Sci Eng*, vol. 202, no. 1, 2017, doi: 10.1088/1757-899X/202/1/012066.
- [8] E. Surwagi, B. Pardiarto, and T. Ishlah, “Potensi Logam Tanah Jarang Di Indonesia,” *Buletin Sumber Daya Geologi*, vol. 5, no. 3, pp. 131–140, 2010.
- [9] N. Awaliyah, “SINTESIS DAN KARAKTERISTIK MATERIAL Ni<sub>(0,5-x)</sub>La<sub>x</sub>Fe<sub>2,5</sub>O<sub>4</sub> SEBAGAI ABSORBER GELOMBANG MIKRO,” 2017.
- [10] N. D. Basir, “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,” 2015.

- [11] S. Meti, H. P. Sagar, and M. R. Rahman, "Assessment of Triboelectricity in Colossal-Surface-Area-Lanthanum Oxide Nanocrystals Synthesized via Low-Temperature Hydrothermal Process," *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, vol. 15, no. 32, pp. 20351–20361, 2022, doi: 10.21203/rs.3.rs-233671/v1.
- [12] M. Chireh, M. Naseri, and H. Ghaedamini, "Enhanced microwave absorption performance of graphene/doped Li ferrite nanocomposites," *Advanced Powder Technology*, vol. 32, no. 12, pp. 4697–4710, 2021, doi: 10.1016/j.appt.2021.10.020.
- [13] Yunasfi, Mashadi, and A. Mulyawan, "Sintesis Bahan Absorber Gelombang Mikro Ni (1,5-x) La x Fe 1,5 O 4 dengan Metode Sol Gel," 2017.
- [14] Y. A. Levendis and R. C. Flagan, "SYNTHESIS , FORMATION AND CHARACTERIZATION OF MICRON-SIZED GLASSY CARBON SPHERES OF CONTROLLED," vol. 27, no. 2, pp. 265–283, 1989.
- [15] S. Jevtić, D. Stanković, A. Jokić, and B. Petković, "A mini-review of electroanalytical methods for pesticides quantification," *The University Thought - Publication in Natural Sciences*, vol. 9, no. 2, pp. 19–32, 2019, doi: 10.5937/univtho9-20130.
- [16] R. Rajagopal and K. S. Ryu, "Facile hydrothermal synthesis of lanthanum oxide/hydroxide nanoparticles anchored reduced graphene oxide for supercapacitor applications," *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, vol. 60, pp. 441–450, 2018, doi: 10.1016/j.jiec.2017.11.031.
- [17] F. Meng *et al.*, "Graphene-based microwave absorbing composites: A review and prospective," *Compos B Eng*, vol. 137, no. September 2017, pp. 260–277, 2018, doi: 10.1016/j.compositesb.2017.11.023.
- [18] A. A. Ropalekar, R. R. Ghadge, and N. Anekar, "A review on functionalization methods of graphene oxide for enhancement in mechanical properties of epoxy composites Materials Today : Proceedings A review on functionalization methods of graphene oxide for enhancement in mechanical properties of epoxy co," *Mater Today Proc*, no. September, 2023, doi: 10.1016/j.matpr.2023.09.098.
- [19] M. M. Zankana, S. M. Al-dalawy, and A. A. Barzinjy, "Synthesis and characterization of bio-nanocomposites: Functionalization of graphene oxide with a biocompatible amino acid," *Hybrid Advances*, vol. 3, no. July, p. 100070, 2023, doi: 10.1016/j.hybadv.2023.100070.
- [20] K. A. Wepasnick, B. A. Smith, J. L. Bitter, and D. H. Fairbrother, "Chemical and structural characterization of carbon nanotube surfaces," no. 2010, pp. 1003–1014, 2011, doi: 10.1007/s00216-009-3332-5.

- [21] S. Anirudh, K. A. Prabha, S. B. Murthy, and B. C. Rao, "Materials Today : Proceedings Enhancement of mechanical properties of matrix by functionalized Multi-Wall Carbon Nanotubes ( MWCNT ) in composite material," *Mater Today Proc*, no. xxxx, 2023, doi: 10.1016/j.matpr.2023.05.308.
- [22] S. N. Joris and D. Onggo, "Peran Surfaktan dalam Inseri Multi-Walled Carbon Nanotubes ( MWCNT ) ke PERAN SURFAKTAN DALAM INSERSI MULTI-WALLED CARBON NANOTUBES ( MWCNT ) KE DALAM NATA-DE-COCO," no. October, 2014, doi: 10.13140/2.1.3916.2880.
- [23] R. Singh *et al.*, "Review Article Synthesis of Three-Dimensional Reduced-Graphene Oxide from Graphene Oxide," vol. 2022, 2022.
- [24] S. K. W. Ningsih, "SINTESIS ANORGANIK," 2016.
- [25] Enny, "EFFEK SAMPING PENGGUNAAN PONSEL," 2013.
- [26] W. A. Adi *et al.*, "Metamaterial: Smart Magnetic Material for Microwave Absorbing Material," 2019. [Online]. Available: [www.intechopen.com](http://www.intechopen.com)
- [27] R. Di Capua, F. Offi, and F. Fontana, "Check the Lambert-Beer-Bouguer law: A simple trick to boost the confidence of students toward both exponential laws and the discrete approach to experimental physics," *Eur J Phys*, vol. 35, no. 4, Jul. 2014, doi: 10.1088/0143-0807/35/4/045025.
- [28] R. Muttaqin *et al.*, "Pengembangan Buku Panduan Teknik Karakterisasi Material : X -ray Diffractometer ( XRD ) Panalytical Xpert3 Powder," vol. 6, no. 1, pp. 9–16, 2023.
- [29] R. Peymanfar, A. Ahmadi, E. Selseleh-zakerin, and A. Ghaffari, "Electromagnetic and optical characteristics of wrinkled Ni nanostructure coated on carbon microspheres," *Chemical Engineering Journal*, vol. 405, no. September 2020, p. 126985, 2021, doi: 10.1016/j.cej.2020.126985.
- [30] I. Lidia, P. Mursal, and S. E. Microscopy, "KARAKTERISASI XRD DAN SEM PADA MATERIAL NANOPARTIKEL SERTA PERAN MATERIAL NANOPARTIKEL Abstrak," vol. 1, pp. 214–221, 2018.
- [31] L. A. Didik, "PENENTUAN UKURAN BUTIR KRISTAL  $\text{CuCr}_0,98\text{Ni}_0,02\text{O}_2$  DENGAN MENGGUNAKAN X-RAY DIFFRACTION (XRD) DAN SCANNING ELECTRON MICROSCOPE (SEM)," *Indonesian Physical Review*, vol. 3, no. 1, pp. 6–14, 2020, doi: 10.29303/ipr.v3i1.37.

- [32] I. Purnamasari, “Analisis Sifat Struktur dan Sifat Listrik pada Material Perovskite  $\text{LaFe}_{0.97}\text{Zr}_{0.03}\text{O}_3$ : XRD, Raman Scattering, SEM dan Impedansi Spektroskopi,” 2021. [Online]. Available: <http://jurnal.itg.ac.id/>
- [33] A. Alyamani and O. M. Lemine, “FE-SEM Characterization of Some Nanomaterial,” 2012. [Online]. Available: [www.intechopen.com](http://www.intechopen.com)
- [34] C. T. F. , N. A. F. O. , N. A. S. , M. S. R. , M. Y. M. S. and Y. A. Cik Rohaida Che Hak, “FIELD EMISSION SCANNING ELECTRON MICROSCOPE (FE-SEM) FACILITY IN BTI,” *international Nuclear Information System (INIS)*, vol. 47, no. 45, pp. 1–6, 2015, Accessed: Apr. 28, 2024. [Online]. Available: [https://inis.iaea.org/search/search.aspx?orig\\_q=RN:47111897](https://inis.iaea.org/search/search.aspx?orig_q=RN:47111897)
- [35] D. K. Singh, M. Pradhan, and A. Materny, “Modern Techniques of Spectroscopy Basics, Instrumentation, and Applications,” 2021. [Online]. Available: <http://www.springer.com/series/10091>
- [36] R. Al-Oweini, “Polyoxometalates Immobilized onto Mesoporous Organically-Modified Silica Aerogels for Selective Oxidation Catalysis of Anthracene,” 2009. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/232441996>
- [37] Yustinah, Hudzaifah, Maya Aprilia, and Syamsudin AB, “KESETIMBANGAN ADSORPSI LOGAM BERAT (Pb) DENGAN ADSORBEN TANAH DIATOMIT SECARA BATCH,” 2019. Accessed: Mar. 25, 2024. [Online]. Available: [jurnal.umj.ac.id/index.php/konversi](http://jurnal.umj.ac.id/index.php/konversi)
- [38] M. A. Fardhiyansyah, G. Hendranto, D. T. Elektro, and F. T. Elektro, “Pengukuran dan Karakterisasi Kanal Propagasi Radio untuk Aplikasi Wireless Body Area Network dari Tubuh Pasien ke Data Collector Device di ICU Rumah Sakit,” vol. 8, no. 2, 2019.
- [39] H. Wang, H. Xing, Q. Liu, H. Jia, A. Chen, and Y. Liu, “Synthesis and microwave absorbing properties of  $\text{CeO}_2$ /multi-walled carbon nanotubes composites,” *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, vol. 29, no. 22, pp. 19308–19315, Nov. 2018, doi: 10.1007/s10854-018-0057-2.
- [40] X. Fang, L. Pan, S. Yin, H. Chen, T. Qiu, and J. Yang, “Spherical glassy carbon/ $\text{AlN}$  microwave attenuating composite ceramics with high thermal conductivity and strong attenuation,” *Ceram Int*, vol. 46, no. 13, pp. 21505–21516, Sep. 2020, doi: 10.1016/j.ceramint.2020.05.252.
- [41] M. Ulfa, “KARAKTERISASI SAXRD, ADSORPSI-DESORPSI  $\text{N}_2$  DAN TEM PADA KARBON MESOPORI DARI GELATIN TULANG SAPI,” *Journal Kimia Riset*, vol. 1, no. 2, pp. 103–110, 2016.

- [42] A. Mulyawan, S. H. Dewi, Yunasfi, D. S. Winatapura, Mashadi, and W. A. Adi, "The effects of lanthanum ions substitution on properties and effective absorption bandwidth (EAB) of zinc ferrite," *J Solid State Chem*, vol. 327, Nov. 2023, doi: 10.1016/j.jssc.2023.124275.
- [43] W. A. Adi, S. Wardiyati, and S. H. Dewi, "Nanoneedles of Lanthanum Oxide (La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>): A Novel Functional Material for Microwave Absorber Material," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Institute of Physics Publishing, May 2017. doi: 10.1088/1757-899X/202/1/012066.