

**ANALISIS SIFAT PENYERAP GELOMBANG MIKRO OKSIDA
GRAPHENE DARI LIMBAH SEKAM PADI**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu persyaratan guna memperoleh gelar Sarjana Sains



ANDARI OKTAFIANI

NIM 17034062

PROGRAM STUDI FISIKA

DEPARTEMEN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2022

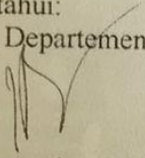
PERSETUJUAN SKRIPSI

ANALISIS SIFAT PENYERAP GELOMBANG MIKRO OKSIDA GRAPHENE DARI LIMBAH SEKAM PADI

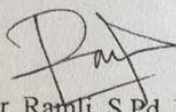
Nama : Andari Oktafiani
NIM : 17034062
Program Studi : Fisika
Departemen : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 29 Juni 2022

Mengetahui:
Kepala Departemen Fisika


Prof. Dr. Ratnawulan, M.Si.
NIP. 19690120 199303 2 002

Disetujui Oleh :
Pembimbing


Dr. Ramli, S.Pd, M.Si.
NIP. 19730204 200112 1 002

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

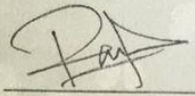
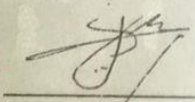
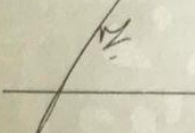
Nama : Andari Oktafiani
NIM : 17034062
Program Studi : Fisika
Departemen : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

ANALISIS SIFAT PENYERAP GELOMBANG MIKRO OKSIDA GRAPHENE DARI LIMBAH SEKAM PADI

Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan di Depan Tim Penguji Skripsi
Departemen Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, 29 Juni 2022

Tim Penguji

	Nama	Tanda tangan
Ketua	: Dr. Ramli, S.Pd, M.Si	
Anggota	: Dra. Yenni Darvina, M.Si	
Anggota	: Drs. Gusnedi, M.Si	

Analisis Sifat Penyerap Gelombang Mikro Oksida Graphene dari Limbah Sekam Padi

Andari Oktafiani

ABSTRAK

Graphene Oxide (GO) disintesis dengan variasi suhu karbonisasi 250 °C, 300 °C, dan 350 °C menggunakan metode Hummers yang dimodifikasi. Oleh karena itu, dalam laporan ini, GO menggunakan limbah sekam padi sebagai pengganti grafit sebagai sumber karbon karena limbah sekam padi bersifat melimpah dan mudah diperoleh daripada grafit. Selain mengurangi limbah di Indonesia, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ukuran kristal dan gugus fungsi GO serta menganalisis sifat-sifat peredam gelombang mikro.

Difraksi sinar-X (XRD) digunakan untuk menentukan ukuran kristal. Gugus fungsi GO ditentukan menggunakan Fourier Transform Infrared (FTIR), dan karakteristik penyerapan gelombang mikro GO dianalisis menggunakan Vector Network Analyzer (VNA). Hasil XRD menunjukkan puncak GO antara puncak 26° dan puncak 44°. Dalam hasil FTIR, ada kumpulan praktik GO, khususnya CO, C = C, dan C = O. Dalam hasil VNA, sifat penyerapan gelombang mikro terbaik berada pada suhu pengapian 350 °C dengan nilai refleksi terendah - 39,95 dB, koefisien penyerapan tertinggi adalah 99%, dan bandwidth penyerapan adalah 0,06 GHz pada frekuensi 8,5 GHz

Pada hasil karakterisasi GO menggunakan VNA, didapatkan adanya pengaruh variasi suhu sintering terhadap sifat penyerap gelombang mikro. Sifat penyerap gelombang mikro yang paling bagus yaitu pada suhu sintering 400°C dengan nilai *reflection loss* -25.40 dB, koefisien penyerapan 94.63% dan lebar pita penyerapan 1.13 GHz pada frekuensi 10.40 GHz.

Kata Kunci: sekam padi, metode hummer modifikasi, GO, grafiit, sifat penyerap gelombang mikro

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah *subhanahu wata'ala* yang telah memberikan rahmat, nikmat, karunia serta petunjuk-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **Analisis Sifat Penyerap Gelombang Mikro Oksida Graphene dari Limbah Sekam Padi**.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis telah mendapatkan arahan, bantuan, serta dukungan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ramli, M.Si selaku dosen pembimbing skripsi sekaligus dosen pembimbing akademik.
2. Dra. Yenni Darvina, M.Si sebagai penguji I skripsi.
3. Drs.Gusnedi, M.Si sebagai penguji II skripsi.
4. Dr. Hj. Ratnawulan, M.Si selaku Kepala Departemen Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.
5. Syafriani, M.Si, Ph.D selaku Ketua Prodi Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang
6. Segenap civitas akademik di lingkungan Program Studi Fisika, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang, Shavira Meira Sandri dan Nadya Permatasari selaku rekan penelitian, serta pihak-pihak yang terkait yang telah membantu penulis dalam pengerjaan skripsi.
7. Rekan-rekan Fisika 2017 atas doa dan motivasi dalam setiap kesempatan.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat konstruktif guna penyempurnaan skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat menambah khasanah ilmu pengetahuan serta dapat memberi manfaat bagi siapapun pembacanya.

Padang, April 2022

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR TABEL.....	xi
DARTAR LAMPIRAN	xii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Batasan Masalah.....	5
C. Rumusan Masalah	5
D. Tujuan Penelitian.....	5
E. Manfaat Penelitian	6
BAB II.....	7
KAJIAN TEORI.....	7
A. Sekam Padi.....	7
B. Grafena.....	9
C. Oksida Grafena.....	11
D. Metode <i>Hummers</i> Modifikasi	15
E. Sifat Penyerap Gelombang Mikro.....	17
F. Vector Network Analyser (VNA)	20
dengan:	22
G. <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	22
H. <i>Fourier Transform Infra Red</i> (FTIR).....	24
I. Pengaruh Suhu Pembakaran Terhadap Fasa, Gugus Fungsi, dan Sifat Penyerap Gelombang Mikro.....	25
J. Penelitian – Penelitian Relevan.....	28

BAB III.....	41
METODE PENELITIAN.....	41
A. Jenis Penelitian.....	41
B. Waktu dan Tempat Penelitian.....	41
C. Variabel Penelitian.....	41
D. Instrumen Penelitian.....	42
E. Bahan Penelitian.....	54
F. Pelaksanaan Penelitian.....	57
G. Diagram Alir Penelitian.....	67
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	69
A. Hasil Penelitian.....	69
B. Analisa Data.....	74
C. Pembahasan.....	83
BAB V.....	88
PENUTUP.....	88
A. Kesimpulan.....	88
B. Saran.....	88
DAFTAR PUSTAKA.....	90

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Dua sub-kisi grafena dan unit sel (Avouris & Dimitrakopoulos, 2012)	10
Gambar 2. 2 Struktur pita elektronik dan daerah Brillouin (3 dimensi) dari grafena (Avouris & Dimitrakopoulos, 2012).....	10
Gambar 2. 3. Struktur kristal, daerah Brillouin (2 dimensi), dan spektrum dispersi dari grafena (Zhu et al., 2010).....	10
Gambar 2. 4 Beberapa model struktur dari GO (Dreyer et al., 2010).....	12
Gambar 2. 5 Struktur GO model Lerf-Klinowski (Zhu et al., 2010)	13
Gambar 2. 6 Perbedaan sintesis GO dengan menggunakan metode Improved, metode Hummers dan metode Hummers termodifikasi (Marcano et al., 2010) ...	17
Gambar 2. 7 Jenis interaksi gelombang pada material (Mu'minin, 2018).....	18
Gambar 2. 8 Prinsip kerja dari VNA (Wandira et al., 2018).....	21
Gambar 2. 9 Komponen Alat X-Ray Diffractometer (Oktamuliani et al., 2015) .	23
Gambar 2. 10 Skema alat spektroskopi FTIR (Putrii et al., 2019).....	25
Gambar 2. 11 Hasil karakterisasi oksida grafit menggunakan XRD (Syakir, Nurlina, Anam, Aprilia, & Hidayat, 2015)	27
Gambar 2. 12 Hasil karakterisasi oksida grafit menggunakan FTIR (Syakir, Nurlina, Anam, Aprilia, & Hidayat, 2015)	27
Gambar 2. 13 Grafik hubungan frekuensi dengan reflection loss pada suhu tertentu (Fadhilah & Ramli, 2019).....	27
Gambar 3.1 VNA dan <i>wave guide adaptor</i>	43
Gambar 3.2 XRD	44
Gambar 3. 3 FTIR	44
Gambar 3. 4 Hot plate dan magnetic bar.....	45
Gambar 3. 5 Furnace	45
Gambar 3. 6 Oven	46
Gambar 3. 7 Timbangan digital	46
Gambar 3. 8 Lumpang dan alu	47

Gambar 3. 9 Erlenmeyer	47
Gambar 3. 10 Ayakan dan spatula	48
Gambar 3. 11 Cawan penguap	48
Gambar 3. 12 Labu ukur	49
Gambar 3. 13 Gelas kimia.....	49
Gambar 3. 14 <i>Aluminium foil</i>	49
Gambar 3. 15 Spatula.....	50
Gambar 3. 16 <i>Micro centrifuge</i>	50
Gambar 3. 17 Lemari asam	51
Gambar 3. 18 Gelas ukur	51
Gambar 3. 19 Pipet takar.....	52
Gambar 3. 20 Pipet volume.....	52
Gambar 3. 21 Pipet Tetes	52
Gambar 3. 22 Termometer	53
Gambar 3. 23 Ultrasonik	53
Gambar 3. 24 Kertas pH.....	53
Gambar 3. 25 Cetakan Akrilik	54
Gambar 3. 26 sekam padi.....	54
Gambar 3. 27 Asam sulfat.....	55
Gambar 3. 28 Natrium nitrat	55
Gambar 3. 29 Kalium permanganate	55
Gambar 3. 30 Aquades	56
Gambar 3. 31 Hidrogen peroksida	56
Gambar 3. 32 Asam Florida	57
Gambar 3. 33. Grafik Pembuktian Kandungan Karbon.....	58
Gambar 3. 34 Tahap Pengarangan dan Aktivasi Sekam Padi.....	59
Gambar 3. 35. Grafik Pembakaran Furnace.....	60
Gambar 3. 36 Tahap Sintesis GO.....	62
Gambar 3. 37 Tahap Sonifikasi dan Penetralan GO	64
Gambar 3. 38 Diagram Alir Penelitian	68
Gambar 4. 1 Hasil karakterisasi XRD dari GO dengan suhu sintering 250°C	69
Gambar 4. 2 Hasil karakterisasi XRD dari GO dengan suhu sintering 300°C	70

Gambar 4. 3 Hasil karakterisasi XRD dari GO dengan suhu sintering 350°C	70
Gambar 4. 4 Hasil karakterisasi FTIR dari GO dengan suhu sintering 250°C	71
Gambar 4. 5 Hasil karakterisasi FTIR dari GO dengan suhu sintering 300°C	72
Gambar 4. 6 Hasil karakterisasi FTIR dari GO dengan suhu sintering 350°C	72
Gambar 4. 7 Hasil karakterisasi VNA dari GO dengan suhu sintering 250°C	73
Gambar 4. 8 Hasil karakterisasi VNA dari GO dengan suhu sintering 300°C	73
Gambar 4. 9 Hasil karakterisasi VNA dari GO dengan suhu sintering 350°C	74
Gambar 4. 10 Hasil karakterisasi XRD dari GO dengan 3 variasi suhu	76
Gambar 4. 12 Hasil karakterisasi VNA dari GO.....	81

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Komposisi kimia abu sekam padi (Herdiana, 2013)	8
Tabel 2. 2 Pita frekuensi dari gelombang mikro (Dari et al., 2019).....	20
Tabel 4. 1 Nilai daya serap GO	82
Tabel 4. 2 Lebar pita penyerapan GO	83

DARTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Hasil Pengukuran GO dengan Suhu Furnace 250°C menggunakan XRD.....	95
Lampiran 2. Hasil Pengukuran GO dengan Suhu Furnace 300°C menggunakan XRD	99
Lampiran 3. Data Hasil Pengukuran GO dengan Suhu Furnace 350°C menggunakan XRD	102
Lampiran 4. Data Hasil Pengukuran GO dengan Suhu Furnace 250°C menggunakan FTIR.....	107
Lampiran 5. Data Hasil Pengukuran GO dengan Suhu Furnace 300°C menggunakan FTIR.....	108
Lampiran 6. Data Hasil Pengukuran GO dengan Suhu Furnace 250°C menggunakan FTIR.....	108
Lampiran 7. Data Hasil Pengukuran GO Menggunakan VNA.....	109
Lampiran 8. Perhitungan Koefisien Penyerapan (r).....	114
Lampiran 9. Dokumentasi Pengujian GO Menggunakan VNA.....	116
Lampiran 10. Dokumentasi Peneliti Melaksanakan Penelitian.....	117

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang dikenal dengan negara yang memiliki hasil kekayaan alam yang melimpah meliputi hasil perkebunan, hasil pertanian, hasil tambang dan hasil kekayaan alam lainnya. Salah satu bentuk limbah pertanian adalah sekam yang merupakan “buangan” pengolahan padi. Padi adalah makanan pokok masyarakat Indonesia, maka dari itu melimpahnya produksi padi membawa kesejahteraan bagi manusia. Akan tetapi dengan berlimpahnya produksi padi, limbah yang dihasilkan juga melimpah (Utomo & Yunita, 2014).

Produksi sekam padi pada gabah kering giling nasional 49,8 juta ton/tahun, maka akan diperoleh sekam 7,5 – 10 juta ton, dedak atau bekatul 4-6 juta ton, dan menir 2,5 juta ton . Limbah ini belum dimanfaatkan dengan baik, karenanya perlu dilakukan upaya untuk mengurangi produksi limbah sekam padi di Indonesia. Jika dilakukan penanganan limbah dengan melakukan pembakaran, maka akan menyebabkan terjadinya efek rumah kaca, karena banyaknya karbondioksida (CO_2) yang dihasilkan sehingga tumbuhan tidak mampu mengadsorpsi kelebihan karbondioksida ini (Puspita , 2017). Oleh karena itu, perlu dilakukan penanganan yang lebih efektif dan berdaya guna untuk dapat mengurangi limbah yang berasal dari sekam padi ini.

Sekam padi dapat dimanfaatkan menjadi bahan yang bernilai ekonomis. Pada pembakaran secara terbuka (seperti di sawah-sawah) dapat menghasilkan abu silika bentuk amorf dan biasanya mengandung 86,9-97,8 % silika dan 10-15 % karbon (Herodian, 2007). Kandungan silika dan karbon ini diharapkan dapat

disintesis dalam material baru, salah satunya graphene oxide (GO). Karbon yang berasal dari hasil olahan sekam padi inilah yang akan menggantikan grafit sebagai sumber karbon yang dijadikan sebagai bahan utama pembuatan oksida grafena.

Oksida grafena atau *Graphene Oxide* (GO) adalah bentuk *monolayer* dari oksida grafit (Ranjan et al., 2018) yang diperoleh dari proses pengelupasan oksida grafit menjadi lembaran-lembaran melalui proses *sonikasi* atau *stirring* (Li et al., 2015) GO merupakan golongan fungsional oksigen yang sangat reaktif (Dreyer et al., 2010). GO memiliki karakteristik yang unik, memiliki sifat optik, elektronik, dan mekanik yang baik (Li et al., 2015) sehingga GO dapat diaplikasikan di berbagai bidang, diantaranya sebagai sensor, polimer nanokomposit, peralatan aman energi (Zhu et al., 2010), elektronika, sebagai adsorpsi zat pencemar (Ranjan et al., 2018).

GO pertama kali diteliti oleh Brodie pada tahun 1859. Brodie menyelidiki struktur grafit dengan melihat kereaktifan dari lembaran grafit tersebut. Brodie menggunakan $KClO_3$ dan HNO_3 pada proses (Dreyer et al., 2010). Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Staudenmaier menggunakan bahan H_2SO_4 dan HNO_3 . Staudenmaier mencampurkan H_2SO_4 dan HNO_3 serta diikuti dengan penambahan $KClO_3$ sedikit demi sedikit. Penambahan H_2SO_4 dilakukan agar terjadi proses oksidasi yang kuat. Pada 1958, Hummers menemukan metode alternatif untuk mensintesis GO menggunakan $KMnO_4$ dan $NaNO_3$ serta H_2SO_4 (Alam et al., 2017).

Metode yang digunakan untuk sintesis GO diantaranya, metode *micromechanical exfoliation*, metode penumbuhan *epitaxial*, *Chemical Vapor Decomposition* (CVD) (Rafitasari et al., 2016), *Improved GO* (Sutayasa, 2016),

dan metode Hummers. Metode *micromechanical exfoliation* tidak efisien untuk digunakan, sementara metode penumbuhan *epitaxial* dan CVD membutuhkan biaya yang cukup mahal. Jadi, metode yang paling efisien digunakan sekarang adalah metode Hummers. Diantara beberapa kelebihan metode Hummers yaitu proses reaksinya tidak membutuhkan waktu yang lama, proses reaksinya sangat aman karena menggunakan $KMnO_4$ yang tidak menghasilkan bahan yang bersifat eksplosif (bahan peledak), seperti ClO_2 yang dihasilkan dari $KClO_3$, menggunakan $NaNO_3$ sebagai pengganti HNO_3 yang dapat menghasilkan kabut asam (Chen et al., 2013).

Penelitian mengenai sintesis GO ini sebelumnya banyak menggunakan grafit sebagai sumber karbon, seperti yang telah dilakukan oleh Marcano dkk, 2010. Penggunaan limbah organik sebagai sumber karbon penting untuk dilakukan. Selain untuk mengurangi jumlah limbah yang ada di Indonesia yang jumlahnya cukup banyak di Indonesia dan untuk mengurangi pencemaran lingkungan dari bahan limbah, penggunaan limbah organik sebagai sumber karbon untuk sintesis GO juga dinilai lebih murah daripada penggunaan grafit dan bahan bakunya juga tersedia melimpah di alam (Thebora et al., 2020). Jadi, penggunaan limbah organik (limbah sekam padi) sebagai sumber karbon efisien digunakan untuk sintesis GO.

Pada penelitian ini, akan diberikan perlakuan variasi suhu sintering terhadap sekam padi yang digunakan untuk sintesis GO. Sintering yaitu perubahan struktur mikro dari sekumpulan serbuk akibat adanya pemanasan pada suhu tinggi (Fadhilah & Ramli, 2019). Suhu sintering yang digunakan yaitu $250^{\circ}C$, $300^{\circ}C$, $350^{\circ}C$, dan $400^{\circ}C$. Pada penelitian Syakir, dkk (2015), dilakukan proses sintering dari GO dengan variasi suhu $100^{\circ}C$, $150^{\circ}C$, $350^{\circ}C$, dan $500^{\circ}C$ yang diuji menggunakan

XRD dan FTIR. Pada penelitian tersebut, variasi suhu sintering dilakukan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap GO yang dihasilkan, dan untuk mengkonfirmasi apakah masih terdapat GO atau tidak pada variasi GO yang dihasilkan (melalui data hasil puncak XRD) serta untuk mengkonfirmasi apakah masih terdapat gugus fungsi GO yang dihasilkan atau tidak (melalui data hasil FTIR) akibat perlakuan variasi suhu sintering tersebut sehingga didapatkan suhu sintering terbaik untuk sintesis GO.

Pada penelitian ini, sifat penyerap gelombang mikro merupakan sifat yang akan dianalisis nantinya. Gelombang mikro merupakan salah satu bentuk dari energi elektromagnetik yang dapat mengkonversi energi menjadi panas karena adanya interaksi antar komponen penghasil gelombang elektrik dengan partikel yang bermuatan dari material yang digunakan (Yuen & Hameed, 2009). Gelombang mikro pada umumnya berada pada gelombang elektromagnetik dengan panjang gelombang antara 1 m–1 mm dan pada jangkauan 0.3–300 GHz. Mulanya, teknologi gelombang mikro dimanfaatkan untuk kebutuhan telekomunikasi dan radar selama perang dunia kedua. Seiring berjalannya waktu, teknologi tersebut memiliki potensi sebagai alat pemanas yang efisien dan oleh orang Jepang dikembangkan untuk alat pemanas makanan dengan perangkat yang lebih fleksibel hingga kecepatan pemanasan gelombang mikro dapat digunakan pada penelitian, teknologi informasi, peralatan medis, industri, sintesis polimer, dan sintesis organik (Kurniawan, 2016). Tidak hanya itu, material baru yang dihasilkan dari teknologi penyerapan gelombang elektromagnetik ini yaitu *Radar Absorber Material (RAM)*. Dimana material ini bersifat meredam pantulan atau penyerap gelombang mikro,

sehingga benda yang dilapisi dengan RAM tidak terdeteksi oleh Radio *Detection And Ranging* (RADAR) (Hutami, 2019).

B. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. limbah organik yang digunakan pada penelitian ini adalah limbah sekam padi dari Kecamatan Kuranji, Kota Padang, Sumatera Barat.
- b. karakterisasi ukuran kristal, gugus fungsi, dan sifat penyerap gelombang mikro GO menggunakan XRD (*X-Ray Diffraction*), FTIR (*Fourier Transform Infra Red*), dan VNA (*Vector Network Analyser*).
- c. Metode yang digunakan untuk sintesis GO adalah Metode Hummers Modifikasi

C. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. bagaimana identifikasi fasa, dan gugus fungsi yang terdapat pada GO dari limbah sekam padi?
- b. bagaimana analisis dan pengaruh suhu pembakaran terhadap sifat penyerap gelombang mikro dari GO dari limbah sekam padi?

D. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. mengetahui fasa dan gugus fungsi dari GO, dan
- b. menganalisis dan mengetahui pengaruh suhu pembakaran terhadap sifat penyerap gelombang mikro GO yang berasal dari limbah sekam padi.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. dapat mengurangi limbah yang ada di Indonesia dan menjadikannya sebagai bahan yang lebih berdaya guna,
- b. dapat memahami proses sintesis GO dari limbah sekam padi dengan metode Hummers modifikasi,
- c. dapat memperoleh informasi mengenai fasa, gugus fungsi dan sifat penyerap gelombang mikro GO yang berasal dari limbah sekam padi,
- d. dapat dijadikan sebagai referensi bagi peneliti selanjutnya.