

**PENGARUH VARIASI KOMPOSISI SERBUK NANOKOMPOSIT
 Fe_3O_4 /POLYPYRROLE TERHADAP SIFAT PENYERAP GELOMBANG
MIKRO YANG DISINTESIS DENGAN METODE SOL GEL**

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Sains*



MUHAMMAD FIKHRI PRIVANDI

NIM. 18034125/2018

**PROGRAM STUDI FISIKA
DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2022**

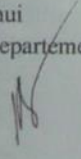
PERSETUJUAN SKRIPSI

PENGARUH VARIASI KOMPOSISI SERBUK NANOKOMPOSIT Fe_3O_4 /POLYPYRROLE TERHADAP SIFAT PENYERAP GELOMBANG MIKRO YANG DISINTESIS DENGAN METODE SOL GEL

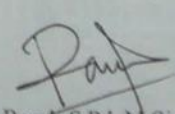
Nama : Muhammad Fikhri Privandi
NIM : 18034125
Program Studi : Fisika
Departemen : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 18 Agustus 2022

Mengetahui
Kepala Departemen Fisika


Prof. Dr. Ratnawulan, M.Si.
NIP. 196901201993032002

Disetujui Oleh:
Pembimbing


Dr. Ramli S.Pd, M.Si.
NIP. 197302042001121002

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

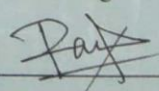
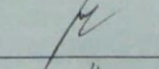
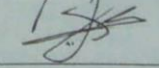
Nama : Muhammad Fikhri Privandi
NIM : 18034125
Program Studi : Fisika
Departemen : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

PENGARUH VARIASI KOMPOSISI SERBUK NANOKOMPOSIT Fe_3O_4 /POLYPYRROLE TERHADAP SIFAT PENYERAP GELOMBANG MIKRO YANG DISINTESIS DENGAN METODE SOL GEL

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi Departemen
Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri
Padang

Padang, 18 Agustus 2022

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
1. Ketua	: Dr. Ramli S.Pd, M.Si.	1. 
2. Anggota	: Drs. Gusnedi, M.Si.	2. 
3. Anggota	: Dra. Yenni Darvina, M.Si.	3. 

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Fikhri Privandi
NIM/TM : 18034125/2018
Program Studi : Fisika
Jurusan : Fisika
Fakultas : FMIPA

Dengan ini menyatakan bahwa Skripsi saya dengan judul “Pengaruh Variasi Komposisi Serbuk Nanokomposit Fe_3O_4 /Polypyrrole Terhadap Sifat Penyerap Gelombang Mikro Yang Disintesis Dengan Metode Sol Gel” adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di Institusi UNP maupun dimasyarakat dan hukum Negara.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Saya yang menyatakan,



Muhammad Fikhri Privandi

NIM. 18034125

ABSTRAK

Muhammad Fikhri Privandi (2022): **Pengaruh Variasi Komposisi Serbuk Nanokomposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Polypyrrole}$ Terhadap Sifat Penyerap Gelombang Mikro Yang Disintesis Dengan Metode Sol Gel**

Penelitian material penyerap gelombang mikro bertujuan untuk mengetahui sifat penyerap gelombang mikro yang mana bermanfaat sebagai pembuatan *Radar Absorbing Material* (RAM). Bahan magnetit yang digunakan pada penelitian ini adalah pasir besi Fe_3O_4 yang tersedia di Laboratorium Fisika Material UNP yang diambil oleh peneliti sebelumnya di Pantai Tiram Pariaman yang mana Fe_3O_4 berperan sebagai *filler* dan Polimer *Polypyrrole* berperan sebagai matriks pada pembuatan nanokomposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Polypyrrole}$.

Pada penelitian ini dilakukan 5 variasi komposisi $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Polypyrrole}$ yaitu 30%, 40%, 50%, 60%, 70% w/w. Nanokomposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Polypyrrole}$ dipreparasi menggunakan metode sol – gel. Gel komposit di keringkan menggunakan oven pada suhu 60°C selama 24 jam. Karakterisasi pada penelitian ini menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD), *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) dan *Scanning Electron Microscope* (SEM), *Vector Network Analyser* (VNA).

Pada hasil XRD diperoleh ukuran kristal untuk masing-masing komposisi yaitu 73.06 nm, 105.06 nm, 130.4 nm, 98.9 nm. Pada hasil karakterisasi FTIR didapatkan bahwa $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Polypyrrole}$ telah tercampur yang terdapat pada bilangan gelombang 831.26 cm^{-1} , 831.10 cm^{-1} , 829.18 cm^{-1} , 829.19 cm^{-1} , dan 829.95 cm^{-1} merupakan keadaan gugus C=C. Dari hasil karakterisasi SEM diperoleh ukuran partikel masing masing variasi yaitu 3 μm , 3.1 μm , 4 μm , 2.8 μm , dan 4.5 μm serta pengujian VNA nilai Reflection maksimum terjadi pada sampel dengan komposisi 30% yang mana 30% Fe_3O_4 dan 70% *Polypyrrole* dengan besar -7,48393 dB pada Frekuensi 10.08 GHz dengan Koefisien Penyerap gelombang mikro 0.42 serta persentase penyerap gelombang mikro 58%.

Kata Kunci: $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Polypyrrole}$, Nanokomposit, Penyerap Gelombang Mikro, Metode Sol - Gel

ABSTRACT

Muhammad Fikhri Privandi (2022): ***EFFECT OF VARIATION IN FE₃O₄/POLYPYRROLE NANOCOMPOSITE POWDER COMPOSITION ON MICROWAVE ABSORBING PROPERTIES SYNTHESIZED BY SOL-GEL METHOD***

Research on microwave absorbing materials aims to determine the properties of microwave absorbers which are useful for making Radar Absorbing Material (RAM). The magnetite material used in this study is iron sand Fe₃O₄ available at the Material Physics Laboratory of UNP which was taken by previous researchers at Tiram Beach. Pariaman where Fe₃O₄ acts as a filler and Polypyrrole polymer acts as a matrix in the manufacture of Fe₃O₄/Polypyrrole nanocomposites.

In this study, 5 variations of Fe₃O₄/Polypyrrole composition were carried out, namely 30%, 40%, 50%, 60%, 70% w/w. Fe₃O₄/Polypyrrole nanocomposites were prepared using the sol-gel method. The composite gel was dried in an oven at 60°C for 24 hours. Characterization in this research using X-Ray Diffraction (XRD), Fourier Transform Infra-Red (FTIR) and Scanning Electron Microscope (SEM), Vector Network Analyzer (VNA).

The XRD results obtained crystal sizes for each composition, namely 73.06 nm, 105.06 nm, 130.4 nm, and 98.9 nm. In the FTIR characterization results, it was found that Fe₃O₄/Polypyrrole has been mixed in the wave numbers 831.26cm⁻¹, 831.10cm⁻¹, 829.18cm⁻¹, 829.19cm⁻¹, and 829.95cm are states of the C=C group. From the results of SEM characterization, the particle sizes of each variation are 3µm, 3.1µm, 4µm, 2.8µm, and 4.5µm as well as VNA testing the maximum Reflection value occurs in samples with a composition of 30% which is 30% Fe₃O₄ and 70% Polypyrrole with a size of -7.48393 dB at 10.08 GHz Frequency with a microwave absorption coefficient of 0.42 and the percentage of microwave absorbers is 58%.

Keywords: *Fe₃O₄/Polypyrrole, Nanocomposite, Microwave Absorber, Sol-Gel Method*

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 **PENGARUH VARIASI KOMPOSISI Fe₃O₄ TERHADAP SIFAT PENYERAP GELOMBANG MIKRO NANOKOMPOSIT Fe₃O₄/POLYPYRROLE YANG DISINTESIS DENGAN METODE SOL GEL**. Skripsi ini merupakan bagian Penelitian Pusat/Kelompok Riset tahun 2022 dari Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Negeri Padang pada Kelompok Riset Nanosain dan Nanoteknologi dengan ketua peneliti bapak Dr. Ramli, M.Si. Penulis menyampaikan penghargaan yang tinggi dan terimakasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Negeri Padang yang telah membiayai penelitian ini dengan nomor kontrak penelitian: 1767/UN35.13/LT/2022.

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. Bapak Dr. Ramli, M.Si selaku dosen pembimbing skripsi
2. Bapak Drs. Gusnedi, M.Si selaku penguji I skripsi;
3. Ibu Dra.Yenni Darvina, M.Si selaku penguji II skripsi;
4. Bapak Mairizwan, S.Si, M.Si selaku pembimbing akademik
5. Ibu Syafriani, M.Si, Ph.D selaku Ketua Prodi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang;
6. Ibu Dr. Ratnawulan, M.Si sebagai Ketua Departemen Fisika FMIPA UNP;

7. Bapak dan Ibu Staf Dosen Pengajar Departemen Fisika FMIPA UNP yang telah membekali penulis selama mengikuti perkuliahan sampai akhir penulisan skripsi ini;
8. Staf Tata Usaha Departemen Fisika FMIPA UNP yang telah banyak membantu penulis selama mengikuti perkualihan dan penulisan skripsi ini;
9. Para sahabat terdekat (Indah, Ica, dan nando), teman, kakak dan abang yang selalu memberikan semangat, doa dan dukungan serta membantu penyusunan skripsi penulis;
10. Rekan-rekan seperjuangan Program Studi Fisika angkatan 2018 tanpa terkecuali yang telah memberikan motivasi, doa dan dukungan kepada penulis untuk dapat menyelesaikan skripsi ini;
11. Semua pihak yang telah membantu dalam perencanaan, pelaksanaan, dan penyusunan demi terselesaikannya skripsi ini.

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, Juli 2022

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	iv
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	4
C. Rumusan Masalah	4
D. Batasan Masalah	5
E. Tujuan Penelitian	5
F. Manfaat Penelitian	6
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	7
A. Nanokomposit	7
B. Fe_3O_4	9
C. Polypyrrole	10
D. Gelombang Mikro	11
E. Metode Sol Gel	13
F. XRD (X – Ray Diffraction)	14
G. VNA (Vector Network Analyser)	14
H. Penelitian Yang Relevan	16

BAB III. METODE PENELITIAN	17
A. Jenis Penelitian.....	17
B. Waktu dan Tempat Penelitian	17
C. Variabel Penelitian.....	17
D. Instrument Penelitian	18
E. Bahan Penelitian	24
G. Diagram Alir Penelitian	33
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	35
A. Hasil Penelitian.....	35
B. Pembahasan	55
BAB V. PENUTUP	61
A. Kesimpulan	61
B. Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN	67

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Pola tiap puncak intensitas dan sudut 2θ variasi komposisi 30%	41
Tabel 2. Pola tiap puncak intensitas dan sudut 2θ variasi komposisi 40%	43
Tabel 3. Pola tiap puncak intensitas dan sudut 2θ variasi komposisi 50%	44
Tabel 4. Pola tiap puncak intensitas dan sudut 2θ variasi komposisi 60%	45
Tabel 5. Pola tiap puncak intensitas dan sudut 2θ variasi komposisi 70%	47
Tabel 6. Pita penyerap gelombang mikro dan lebar pita penyerap gelombang mikro pada masing masing variasi	52
Tabel 7. Data ukuran partikel setiap variasi komposisi	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Jenis interaksi gelombang pada material	11
Gambar 2. Prinsip kerja VNA (Wandira, 2018).....	15
Gambar 3. Magnet Permanen	18
Gambar 4. Timbangan Digital.....	18
Gambar 5. HEM (Hight Energi Milling)	19
Gambar 6. Gelas Ukur	20
Gambar 7. Spatula.....	20
Gambar 8. Batang Pengaduk	20
Gambar 9. Magnetic Stirer	21
Gambar 10. Furnace.....	21
Gambar 11. XRD (X-Ray Diffraction)	22
Gambar 12. FTIR (Fourier Transformed Infrared)	23
Gambar 13. Alat SEM.....	23
Gambar 14. Alat VNA	24
Gambar 15. pasir besi	24
Gambar 16. aquades.....	25
Gambar 17. Ethilene Glycole	25
Gambar 18. NaOH	25
Gambar 19. Aquabidest.....	26
Gambar 20. Ethanol	26
Gambar 21. N- Hexana	26
Gambar 22. Asenton	27
Gambar 23. Asam Oleic	27

Gambar 24. Polypyrrole	27
Gambar 25. HCl (Asam Klorida).....	28
Gambar 26. diagram alir penelitian	34
Gambar 27. Hasil Karakterisi VNA Fe ₃ O ₄ /Polypyrrole dengan variasi 30%.....	36
Gambar 28. Hasil Karakterisi VNA Fe ₃ O ₄ /Polypyrrole dengan variasi 40%	37
Gambar 29. Hasil Karakterisi VNA Fe ₃ O ₄ /Polypyrrole dengan variasi 50%	38
Gambar 30. Hasil Karakterisi VNA Fe ₃ O ₄ /Polypyrrole dengan variasi 60%	39
Gambar 31. Hasil Karakterisi VNA Fe ₃ O ₄ /Polypyrrole dengan variasi komposisi 70%	40
Gambar 32. Hasil Karakterisi XRD Fe ₃ O ₄ /Polypyrrole dengan variasi 30%	41
Gambar 33. Hasil Karakterisi XRD Fe ₃ O ₄ /Polypyrrole dengan variasi 40%	42
Gambar 34. Hasil Karakterisi XRD Fe ₃ O ₄ /Polypyrrole dengan variasi 50%	43
Gambar 35. Hasil Karakterisi XRD Fe ₃ O ₄ /Polypyrrole dengan variasi 60%	45
Gambar 36. Hasil Karakterisi XRD Fe ₃ O ₄ /Polypyrrole dengan variasi komposisi 70%	46
Gambar 37. Hasil Karakterisi FTIR Fe ₃ O ₄ /Polypyrrole 30%, 40%, 50%, 60%, 70%	47
Gambar 38. Hasil Karakterisi SEM Fe ₃ O ₄ /Polypyrrole variasi komposisi 30% .	48
Gambar 39. Hasil Karakterisi SEM Fe ₃ O ₄ /Polypyrrole variasi komposisi 40% .	49
Gambar 40. Hasil Karakterisi SEM Fe ₃ O ₄ /Polypyrrole variasi komposisi 50% .	49
Gambar 41. Hasil Karakterisi SEM Fe ₃ O ₄ /Polypyrrole variasi komposisi 60% .	50
Gambar 42. Hasil Karakterisi SEM Fe ₃ O ₄ /Polypyrrole variasi komposisi 70% .	50
Gambar 43. Pola difraksi Sinar-x serta fasa yang muncul dari nanokomposit Fe ₃ O ₄ /Polypyrrole.....	53

Gambar 44. hasil karakterisasi VNA 30%	55
Gambar 45. Hasil karakterisasi VNA 40%	56
Gambar 46. Hasil Karakterisasi VNA 50%	56
Gambar 47. Hasil Karakterisasi VNA 60%	57
Gambar 48. Hasil Karakterisasi 70%.....	58

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data pengolahan XRD	67
Lampiran 2. Data Pengolahan VNA	112
Lampiran 3. Aktivitas Selama Penelitian.....	116

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Nanokomposit pada beberapa tahun belakang ini merupakan salah satu objek penelitian yang banyak dilakukan penelitiannya yang mana pada penelitian nanokomposit ini dilakukan proses sintesis dan karakterisasi. Pada sintesis berfungsi untuk pembuatan satu atau lebih material yang menghasilkan material baru sedangkan karakterisasi bertujuan untuk mengetahui sifat fisika pada suatu material.

Teknologi yang berkembang pesat pada saat ini salah satunya adalah teknologi komunikasi. Pada perangkat komunikasi terjadi peningkatan sumber radiasi berupa paparan gelombang mikro. Perangkat yang tidak mampu menyerap paparan gelombang mikro akan mengalami gangguan sistem pada perangkatnya. Solusi yang dapat mengatasi masalah ini yaitu pembuatan material yang dapat meredam gelombang mikro.

Hasil dari teknologi penyerap gelombang mikro ini diciptakannya suatu material yang dapat menyerap gelombang mikro yaitu *Radar Absorbing Material* (RAM). RAM merupakan material yang bersifat meredam pantulan dan menyerap gelombang mikro, sehingga benda yang dilampisi oleh RAM tidak terdeteksi oleh *Radio Detection and Ranging* (RADAR) (Nasution, Astuti 2012).

Bahan magnetit yang diaplikasikan pada penyerap gelombang mikro adalah pasir besi. Pasir besi merupakan sumber daya alam yang sering dijumpai di Indonesia, pasir besi tersebar diberbagai pantai Indonesia seperti, pantai selatan Jawa, Kalimantan, Nusa Tenggara, Sulawesi, dan pantai barat pulau Sumatera (Aji,

2008). Salah satu pantai yang memiliki kandungan pasir besi yaitu pantai Tiram yang berada di Kabupaten Padang Pariaman Sumatera Barat (Darvina,2017). Potensi endapan pasir besi pada suatu daerah biasanya ditentukan oleh dua hal yaitu volume endapan serta kualitas kandungan Fe. Belakangan diketahui bahwa tingkat oksidasi Fe ternyata berpengaruh terhadap kualitas pasir besi. Karakteristik lokasi serta variasi proses pembentukan menyebabkan terdapatnya mineralmineral besi oksida dengan komposisi yang berbeda pada setiap daerah.(Gerald dkk,2017).

Kelebihan pada Fe_3O_4 terdapat pada ukuran nano, dimana Fe_3O_4 memiliki daya tangkap magnet yang lebih unggul dibandingkan dengan senyawa lain. Pada ukuran nano inilah pasir besi memiliki peluang besar untuk diaplikasikan diberbagai bidang industry dan elektronik, suatu lapisan tipis nanopartikel magnetik yang diterapkan pada teknologi mekanik, optik, elektronik, dan magnetic (J. Kumar dkk dan W. Eerenstein, 2006).

Kajian pada pasir besi adalah menjadikan partikel berukuran nano, analisis struktur dan ukuran kristal,bentuk kristal serta sifat penyerap gelombang mikro yang mana pada karakterisasi denganVNA akan dicari nilai Reflection Loss nya sebagai acuan mampu suatu bahan dalam menyerap gelombang mikro.Partikel nano pada pasir alam sangat potensial dan memiliki nilai tambah ekonomis yang tinggi (Gubin,2009).Nanopartikel Fe_3O_4 yang digunakan pada penelitian ini diolah dari mineral pasir besi menggunakan Ball Milling (Yulfriska et al, 2017).

Pada pembuatan nanokomposit dibutuhkan polimer konduktif yang mana polimer konduktif menunjukkan sifat khusus dengan logam dalam artian polimer ini dapat mengurangi refleksi, dan dapat menyerap radiasi elektromagnetik (Nasution, Astuti. 2012). Salah satu polimer konduktif adalah *Polypyrrole*.

Polypyrrole merupakan salah satu jenis polimer yang paling banyak digunakan dalam penelitian yang mana *Polypyrrole* memiliki beberapa kelebihan seperti ramah lingkungan, mudah dalam preparasi, konduktivitas yang relatif tinggi, mudah disintesis, dan larut dalam air dibandingkan dengan polimer konduktif lainnya (Qomariyah, 2011). *Polypyrrole* (PPy) digunakan di berbagai aplikasi potensial seperti, sensor gas, biosensor, kabel, kapasitor, pelapis anti listrik, baterai polimer, pelapis anti elektrostatik, mikroaktuator, biomedis, perangkat elektronik, dan lain-lain (Surya Pertiwi, 2020).

Banyak metode yang dilakukan untuk mensintesis nanopartikel Fe_3O_4 salah satunya metode *sol – gel*. Metode *sol – gel* merupakan metode yang dapat diaplikasikan pada berbagai partikel, bersifat serba guna, ukuran partikel seragam, relative murah dan mudah dalam pengerjaan serta nanopartikel yang dihasilkan memiliki kemurnian yang tinggi dibandingkan metode sintesis lainnya (Yunasfi, dkk.2018).

Pada penelitian sebelumnya yaitu penelitian Deriyana Tri Rahmawati (2015) menggunakan nanokomposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{PANi}$, tidak dapat menjelaskan hubungan penambahan Fe_3O_4 terhadap koefisien penyerap gelombang mikro yang mana penambahan Fe_3O_4 akan membuat nilai koefisien penyerap gelombang mikro nya akan semakin besar. Disamping itu PANi memiliki kelemahan yang tidak dapat larut dalam pelarut umum dan konduktivitas yang tidak dapat ditingkatkan sedangkan *Polypyrrole* dapat larut dalam larutan umum serta konduktivitas yang dapat ditingkatkan yang mana konduktivitas berperan penting permetivitas suatu bahan penyerap gelombang mikro. Permetivitas akan berperan akan terjadinya *Loss* pada

medan listrik yang kemudian melemahkan energy didalam gelombang mikro (Dixon, 2012).

Atas dasar dari paparan diatas maka ini lah yang melatarbelakangi peneliti untuk melakukan penelitian lanjutan. Penelitian ini berjudul *“Pengaruh Variasi Komposisi Serbuk Nanokomposit Fe_3O_4 /Polypyrrole Terhadap Sifat Penyerap Gelombang Mikro Yang Disintesis Dengan Metode Sol – Gel”*.

B. Identifikasi Masalah

1. Pasir besi yang berlimpah di Indonesia khusus nya di Sumatera Barat yang masih belum banyak digunakan pengaplikasiannya secara optimum
2. Nanokomposit Fe_3O_4 / Polypyrrole yang belum banyak diaplikasikan pada penyerap gelombang mikro

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dari latar belakang dapat dirumuskan masalah dalam penelitian ini yaitu

1. Bagaimana pengaruh variasi komposisi serbuk nanokomposit Fe_3O_4 /polypyrrole terhadap sifat penyerap gelombang mikro yang disintesis dengan metode sol gel?
2. Sebagai data pendukung, bagaimana hasil dari karakterisasi menggunakan XRD terhadap material sifat penyerap gelombang mikro?
3. Sebagai data pendukung, bagaimana hasil dari karakterisasi menggunakan FTIR terhadap material sifat penyerap gelombang mikro?
4. Sebagai data pendukung, bagaimana hasil dari karakterisasi menggunakan SEM terhadap material sifat penyerap gelombang mikro?

D. Batasan Masalah

Untuk menghindari adanya pembahasan diluar materi dalam penelitian ini, maka batasan masalah penelitian ini yaitu pada sifat fisika nanokomposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Polypyrrole}$ yang dibatasi pada kajian penyerap gelombang mikro dari nanokomposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Polypyrrole}$ yang disintesis dengan metode sol gel yang dimana ditekankan pada variasi komposisi bahan yaitu 30% Fe_3O_4 : 70% Polypyrrole, 40% Fe_3O_4 : 60% Polypyrrole, 50% Fe_3O_4 : 50% Polypyrrole, 60% Fe_3O_4 : 40% Polypyrrole, 70% Fe_3O_4 : 30% Polypyrrole.

E. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui pengaruh variasi komposisi serbuk nanokomposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{polypyrrole}$ terhadap sifat penyerap gelombang mikro yang disintesis dengan metode sol gel.
2. Untuk mengetahui hasil dari karakterisasi menggunakan XRD terhadap material sifat penyerap gelombang mikro.
3. Untuk mengetahui hasil dari karakterisasi menggunakan FTIR terhadap material sifat penyerap gelombang mikro.
4. Untuk mengetahui hasil dari karakterisasi menggunakan SEM terhadap material sifat penyerap gelombang mikro.

F. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. Adanya perkembangan terhadap dunia industri dalam pengetahuan tentang material penyerap gelombang mikro
2. Bidang kajian material dan biofisika ataupun untuk jurusan fisika, sebagai acuan pengembangan ilmu dan teknologi yang berkembang sehingga melahirkan ide dan gagasan yang inovatif.
3. Bagi peneliti, sebagai syarat untuk menyelesaikan program studi fisika S1 dan pengembangan diri dalam bidang kajian fisika.
4. Peneliti lain, sebagai acuan ataupun referensi dalam pengembangan selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Nanokomposit

Nanokomposit terbentuk dari sisipan nanopartikel (nanofiller) ke dalam sebuah material makroskopik (matriks) yang dimana pencampuran nanopartikel ke dalam matriks penyusun merupakan bagian perkembangan dunia nanoteknologi. Setelah penambahan sejumlah nanopartikel ke dalam material matriks, nanokomposit yang dihasilkan menunjukkan sifat yang lebih unggul dibandingkan sifat material sebelumnya. Sedangkan matriks digunakan berupa matriks polimer, logam dan keramik. Nanokomposit berbasis polimer memiliki banyak keunggulan dibandingkan dengan material komposit konvensional, makro maupun mikro dimana keunggulannya dapat meningkatkan sifat elektrik, konduktivitas termal, sifat mekanik dan resistensi terhadap suhu tinggi. dan semua keunggulan ini bergantung pada struktur dan sifat serta komposisi penyusun material komposit, hal ini dilaporkan oleh Chitraningrum (Suyono, 2012).

Nanokomposit dianggap sebagai struktur padat dengan dimensi berskala nanometer yang berulang pada jarak antar bentuk penyusun struktur yang berbeda dimana material dengan jenis ini terdiri atas padatan inorganik yang tersusun atas komponen organik. Material nanokomposit dapat juga terdiri dari dua atau lebih molekul inorganik/organik dalam beberapa bentuk kombinasi dengan pembatas antar keduanya yang memiliki minimal satu molekul atau memiliki ciri berukuran nano. contohnya nanokomposit yang ekstrim adalah media berporos, gel, koloid, dan kopolimer.

Ikatan antar partikel yang terjadi pada material nanokomposit berperan penting dalam peningkatan dan pembatasan sifat material yang dimana partikel – partikel yang berukuran nano tersebut memiliki luas permukaan interaksi yang tinggi, sehingga semakin banyak partikel yang berinteraksi, semakin kuat material. Ini yang menyebabkan ikatan antar partikel semakin kuat sehingga sifat mekanik material bertambah, tetapi penambahan partikel - partikel nano tidak selalu dapat meningkatkan sifat mekanik material yang dikarenakan ada batas tertentu saat dilakukan penambahan mengakibatkan kekuatan justru berkurang. Pada umumnya material nanokomposit menunjukkan perbedaan sifat mekanik, listrik, optik, elektrokimia, katalis, dan struktur dibandingkan dengan material penyusunnya (Hadyawarman, dkk, 2008).

Polimer Nanokomposit merupakan gabungan matriks polimer dan bahan pengisi yang berukuran nanometer. Apabila bahan pengisi berukuran nanometer ditambahkan kepada matriks polimer, bahan tersebut tersebar sebagai partikel halus, berstruktur seperti jarum atau sebagai lapisan dalam matriksnya. Secara tidak langsung, kehadiran bahan pengisi ini mempengaruhi kekuatan komposit yang dihasilkan. Jumlah bahan pengisi yang bertipe sangat kecil atau dalam dimensi nanometer hanya perlu digunakan dalam jumlah yang sedikit saja karena zarah nanometer menyediakan luas permukaan yang tinggi dan kebanyakan atom pada partikel tersebut berada pada permukaannya. Nanokomposit polimer menunjukkan sifat-sifat termal dan ketahanan yang lebih baik sesuai dengan polimer induknya. Diantaranya adalah memperbaiki ketahanan polimer, menghasilkan bahan yang lebih ringan, ketahanan suhu yang tinggi, memperbaiki

permukaan polimer agar lebih cantik, memperbaiki kelemahan suatu polimer induk, pemrosesan yang lebih mudah dibanding resin konvensional (Sirait, 2014).

B. Fe_3O_4

Magnetite (Fe_3O_4) adalah satu dari bentuk oksida besi dalam yang mana dikenal sebagai oksida besi hitam yang merupakan oksida logam yang paling kuat sifat magnetisnya. Pada pasir besi banyak terdapat kandungan *Magnetite* yang dimana merupakan senyawa kimia dalam bentuk oksida besi.

Magnetite (Fe_3O_4) telah menjadi kajian yang menarik oleh para ahli karena manfaat yang didapat dari aplikasi dari *magnetite* ini dimana pada bidang industri itu dimanfaatkan sebagai material untuk pembuatan *Magnetic Resonance Imaging* (MRI), *Giant Magnetic Resistive* (GMR), dan pada dunia kesehatan dimanfaatkan sebagai media terapi kanker. (Teja dan Koh, 2008).

Magnetite (Fe_3O_4) juga dikenal dengan material yang memiliki sifat bahan semikonduktor yang dimana bahan semikonduktor memiliki konduktivitas listrik antara konduktor dan isolator dengan besar energi gap $< 6 \text{ eV}$. (Fitria, *et al*, 2017). Dari aplikasi yang bisa dimanfaatkan dari *Magnetite* (Fe_3O_4) berkaitan erat dengan sifat – sifat fisika seperti sifat mekanik, magnetik, optik, termodinamika, dan akustik. Selain sifat – sifat fisika ada juga sifat – sifat kimia yang berkaitan erat seperti reaktivitas, laju reaksi, stabilitas dalam reaksi kimia, dan ikatan kimia (Indrayana, 2019).

Fe_3O_4 memiliki sifat permitivitas dan permeabilitas yang sangat tinggi dimana Fe_3O_4 bersifat ferimagnetik yang pada keadaan murni nilai magnetisasi jenuhnya mencapai 65 emu/g (Astuti, 2012). Salah satu alasan kenapa Fe_3O_4

digunakan dalam komposisi material penyerap gelombang mikro adalah karena Fe_3O_4 memiliki kemampuan dalam penyerap gelombang mikro (Feng YB, 2007).

C. Polypyrrole

Polypyrrole (PPy) merupakan satu dari bahan yang digunakan oleh produk komersil karena memiliki sifat stabilitas lingkungannya yang baik dimana sintesis yang mudah, dan memiliki konduktivitas yang lebih tinggi dibanding polimer konduktif yang lain. Polipirol (PPy) adalah polimer konduktif yang memiliki beberapa keunggulan seperti mudah dalam preparasi, ramah lingkungan, larut dalam air, mudah disintesis, dan konduktivitas yang relatif tinggi dibandingkan dengan polimer konduktif lainnya, (Satriaji Sudigdo, Rizky Dharmawan and Hamidah Harahap, 2014).

Polypyrrole dapat disintesis dengan dua cara yaitu dengan oksidasi kimia dan elektrokimia dimana pada oksida kimia, sintesisnya cocok untuk menghasilkan polipirol untuk komersial pada skala besar (Widodo, Harlia, dan Intan, 2018). *Polypyrrole* merupakan senyawa heterosiklik yang disintesis secara elektrokimia dengan penambahan pengotor yang dapat meningkatkan konduktivitas listriknya.

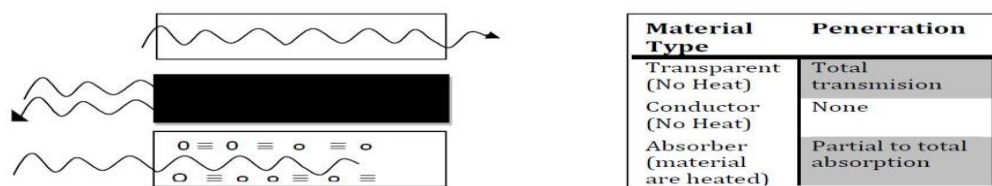
Polypyrrole sering digunakan sebagai sensor gas, biosensor, pelapis bahan anti listrik, baterai polimer, kabel, membran fungsional, dan perlengkapan elektronik lainnya (Satriaji, Rizky, dan Hamidah, 2014). *Polypyrrole* merupakan polimer konduktif yang memiliki struktur kristal yang tidak teratur dan digolongkan pada golongan material amorf seperti amorfus semikonduktor. Elektron terlokasi pada suatu tempat diantara pita valensi dan pita konduksi (Qamariyah, 2011).

D. Gelombang Mikro

Gelombang mikro merupakan bentuk dari energi elektromagnetik, dimana energi elektromagnetik tersebut dapat diubah menjadi panas melalui interaksi antar media yang dimana merupakan komponen penghasil gelombang elektrik dengan partikel bermuatan dari material yang digunakan (Yuen dan Hameed, 2009).

Pada awalnya, gelombang mikro digunakan untuk kebutuhan telekomunikasi dan radar pada perang dunia kedua. Semakin berkembangnya teknologi dan ilmu pengetahuan, gelombang mikro dimanfaatkan kan juga sebagai alat pemanas makanan yang efisien oleh orang jepang. Akhirnya kecepatan pemanasan gelombang mikro juga dimanfaatkan pada penelitian, industry, teknologi informasi, peralatan medis, sintesis organik, sinsetis polimer dan lain – lain (Kurniawan, 2016).

Gelombang mikro berada pada gelombang electromagnet yang mana jangkauannya 0.3 – 300 GHz dengan panjang gelombang antar 1 m – 1 mm. Pada gelombang mikro memenuhi hokum – hokum optik dimana transmisi absorpsi atau refleksi yang bergantung pada jenis material seperti terlihat pada gambar berikut



Gambar 1. Jenis interaksi gelombang pada material
(Sumber : Mukminin, 2018)

Terjadi serapan pada gelombang mikro karena interaksi gelombang dengan material yang menghasilkan efek *Reflection Loss* dimana energi yang disisipkan dalam bentuk panas. Dapat dipahami bahwa dengan membagi komponen

gelombang elektromagnetik kedalam komponen elektrik dan magnetik (Mukminin, 2018).

Penyerap gelombang mikro merupakan teknik untuk melemahkan gelombang elektromagnetik yang mana bertujuan untuk mengeliminasi radiasi yang tidak diinginkan yang dapat mengganggu pengoperasian suatu system. Penyerap gelombang ditandai melalui permitivitas elektrik dan permeabilitas magnetik. Permetivitas adalah ukuran pengaruh material terhadap medan listrik yang terdapat didalam gelombang elektromagnetik. Permeabilitas adalah ukuran pengaruh material terhadap komponen magnetik yang terdapat didalam gelombang elektromagnetik. Permetivitas kompleks secara umum dirumuskan sebagai berikut

$$\epsilon^* = \epsilon' + \epsilon'' \quad (1)$$

Permetivitas muncul karena adanya polarisasi dielektrik pada material ϵ' merupakan konstanta dielektrik yang dapat berubah secara signifikan dengan adanya frekuensi. ϵ'' merupakan ukuran penyerapan pada medan listrik yang disebabkan oleh suatu material. *Dielektric loss tangent* pada suatu material dirumuskan sebagai berikut:

$$\mu^* = \mu' - j\mu'' \quad (2)$$

Sedangkan magnetic loss tangent pada suatu material dirumuskan sebagai berikut:

$$\tan \delta_m = \frac{\mu''}{\mu'} \quad (3)$$

Satuan permitivitas adalah farad/meter dan permeabilitas adalah henri/meter. Permetivitas dan permeabilitas ini memiliki kontribusi terhadap sifat penyerap gelombang mikro suatu bahan. Kedua komponen ini akan menyebabkan

adanya *loss* yang terjadi pada medan magnetik atau medan listrik yang kemudian melemahkan energi didalam gelombang elektromagnetik (Dixon, 2012).

E. Metode Sol Gel

Metode Sol – Gel adalah metode yang menghasilkan kemurnian yang tinggi dimana dengan membuat bahan sol menjadi bahan gel. Metode sol – gel satu dari metode preparasi yang digunakan yang dimana preparasi pada metode sol – gel menggunakan padatan pada temperature yang rendah yang melibatkan transisi dari suatu system dengan partikel – partikel mikroskopik yang terispendensi pada suatu cairan (sol) menjadi material makroskopik (gel) yang mengandung cairan.

Pada metode sol – gel, larutan mengalami fase perubahan yang awalnya berwujud sol yang dimana koloid yang memiliki padatan yang tersuspensi dalam larutannya yang kemudian menjadi gel yang dimana koloid tapi memiliki fraksi solid yang lebih besar daripada sol. Sol merupakan suspense koloid dimana fasa terdispensinya brwujud padat dan fasa pendispensinya berwujud cairan. Pada suspensi partikel padat atau molekul – molekul koloid dalam larutan, dibuat dengan menggunakan metal alkoksi dan dihidrolisis dengan air yang menghasilkan partikel padatan metal hidrosida dalam larutan dan reaksinya disebut reaksi hidrolisis.

Sedangkan gel merupakan jaringan partikel atau molekul yang berbentuk padatan atau cairan, polimer yang terjadi dalam larutan berguna untuk tempat pertumbuhan zat anorganik yang dimana pertumbuhan zat anorganik terdapat pada gel point dan energy ikat yang rendah dan reaksinya adalah reaksi kondensasi, baik alcohol atau air yang menghasilkan jembatan oksigen untuk mendapatkan metal oksida.

Metode sol – gel merupakan metode yang paling sering digunakan pada sintesis nanomaterial berlapis dan berpori. Pada sintesis metode sol – gel untuk material berbasis oksida yang berbeda – beda tergantung pada prekursor dan bentuk akhir produk apakah berupa powder, aerogel, film, atau serat. (paveena *et al*, 2010).

F. XRD (X – Ray Diffraction)

X – Ray Diffraction (XRD) merupakan Instrumen yang berfungsi untuk proses karakterisasi material yang dimana XRD merupakan Instrumen yang sering digunakan dalam proses karakterisasi material. Hasil yang diperoleh dari XRD adalah akan mendapatkan ukuran partikel dan mengidentifikasi fasa kristalin pada suatu material dengan menentukan parameter struktur kisi dimana bahan dianalisis dengan XRD adalah tanah halus, homogenized dan rata – rata komposisi massal ditentukan (Nurhidayah, 2016).

Analisis yang digunakan pada XRD adalah analisis fasa (kuantitatif) pada suatu bahan dengan memanfaatkan radiasi gelombang elektromagnetik sinar – X. Sehingga dapat dimanfaatkan sebagai cara untuk mengetahui rincian lain seperti susunan berbagai jenis atom, orientasi, dan cacat kristal.

Difraksi merupakan metode eksperimen hambatan elastis yang proses hamburan transfer atau perubahan yang dilalui dapat diabaikan. Hasil yang didapat dari metode difraksi adalah data koordinat atom – atom dalam kristal yang menjadi dasar karakteristik dan sifat bahan pada umumnya (Luqman, Made, dan Muhammad, 2019).

G. VNA (Vector Network Analyser)

VNA (*Vector Network Analyser*) adalah instrumen karakterisasi material yang dimana untuk mengetahui kemampuan serapan gelombang mikro yang

masing – masing sampel yang dilakukan pengukuran kehilangan refleksi pada frekuensi tertentu (*reflection loss*, RL). Pada VNA, frekuensi gelombang elektromagnetik yang bisa diukur adalah frekuensi 1- band yaitu antara 1- 4 GHz, c - band antara 4 – 8 GHz, x – band antara 8 – 12 GHz, k – band antara 10 – 15 GHz, dan ku – band antara 14 – 24 GHz.

Pada pengukuran gelombang mikro, frekuensi yang digunakan adalah frekuensi X- band yang dimana kehilangan refleksi membuktikan adanya mekanisme resonansi spin magnetik antara gelombang elektromagnetik dengan bahan sehingga terjadi serapan gelombang (Agilent, 2004).



Gambar 2. Prinsip kerja VNA (Wandira, 2018)

Terlihat pada Gambar prinsip kerja VNA, prinsip kerja VNA ketika gelombang elektromagnetik datang (S_i) dari port 1 yang mengenai suatu material. Saat gelombang mengenai material maka material tersebut akan mengalami 3 kondisi yaitu, jika itu material logam maka gelombang akan direfleksikan, jika material itu material transparan maka gelombang akan ditransmisikan, jika material itu material penyerap maka gelombang elektromagnetik akan diserap.

Nilai Reflection Loss (RL) pada sampel dihitung menggunakan:

$$RL(\text{dB}) = 10 \log |S_{11}| \quad (4)$$

Sedangkan koefisien penyerap $\otimes$ Gelombang EM

$$|r| = 10^{\left(\frac{RL}{20}\right)} \quad (5)$$

Pada persentase penyerapan Gelombang

$$\% \text{ penyerapan Gelombang EM} = (1 - r) \times 100\% \quad (6)$$

(Mukminin, 2018)

H. Penelitian Yang Relevan

1. Pada penelitian Moulia Fadhilah tahun 2019, Sintesis Dan Karakterisasi Sifat Penyerap Gelombang Mikro Dari Nanokomposit $\text{NiFe}_2\text{O}_4/\text{PVDF}$ Untuk Aplikasi Radar Absorbing Material dimana pada penelitian tersebut dilakukan pembuatan nanokomposit $\text{NiFe}_2\text{O}_4/\text{PVDF}$ dengan metode sol gel dengan memvariasikan suhu *sintering* pada komposisi $\text{NiFe}_2\text{O}_4/\text{PVDF}$ 30:10 yaitu 250°C, 280 °C, 300 °C, 350 °C ,450 °C dengan nilai *Reflection loss* maksimum -27,5767dB pada suhu 280 °C dengan frekuensi 11.28GHz. Hasil analisis yang didapat yaitu variasi suhu *sintering* dari nanokomposit $\text{NiFe}_2\text{O}_4/\text{PVDF}$ mempengaruhi sifat penyerap gelombang mikro dari nanokomposit $\text{NiFe}_2\text{O}_4/\text{PVDF}$ dan nanokomposit $\text{NiFe}_2\text{O}_4/\text{PVDF}$ dapat digunakan sebagai RAM pada daerah X-band.
2. Pada penelitian Muhammad Iqbal Ramadhan tahun 2018, Pengaruh Temperatur *Sintering* Terhadap Struktur Dan Sifat Magnetik Ni^{2+} Barium Ferit Sebagai Penyerap Gelombang Mikro dimana pada penelitian tersebut NBF3 memiliki rentang penyerapan yang paling banyak, yaitu pada rentang 8,14GHz – 8,54GHz; 9,88GHz – 10,88GHz; 11,70GHz – 12,00GHz dan yang memiliki penyerapan paling tinggi dibandingkan dengan ketiga sampel lainnya yaitu pada frekuensi 8,30GHz sebesar 27,30dB.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Penelitian Pengaruh Variasi Komposisi Fe_3O_4 Terhadap Sifat Penyerap Gelombang Mikro Nanokomposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Polypyrrole}$ Yang Disintesis Dengan Metode Sol Gel telah selesai dilakukan. Nilai Reflection Loss maksimum terjadi pada sampel dengan variasi 30% sebesar -7,48393 dB pada Frekuensi 10,08 GHz dengan koefisien penyerap gelombang mikro 0.42 serta persentase penyerap gelombang mikro 58%. Penambahan Fe_3O_4 tidak selalu menjadi sebab dari tinggi nya nilai Reflection Loss suatu material dimana metode penelitian yang digunakan juga akan berpengaruh pada nilai Reflection Loss, begitu juga dengan koefisien penyerap gelombang mikro serta persentase penyerap gelombang mikro yang didapat nantinya.
2. Pada data pendukung XRD didapat bahwa adanya fasa Fe_3O_4 sebagai *filler* dalam nanokomposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Polypyrrole}$ yang mana sebagai bahan dasar pada penelitian sifat Penyerap gelombang mikro dan sebagai acuan apakah material ini layak digunakan pada penelitian karena menginformasikan struktur dari nanokomposit.
3. Pada data pendukung FTIR didapat bahwa adanya gugus fungsi Polypyrrole yang telah berhasil dikombinasikan dengan Fe_3O_4 yang ditunjukkan dengan nilai pita serapan pada bilangan gelombang 1719.21cm^{-1} , 1713.13cm^{-1} , 1717.76cm^{-1} , 1712.21cm^{-1} , dan $1700,70\text{cm}^{-1}$.
4. Pada data pendukung SEM didapat bahwa adanya bentuk morfologi partikel yang berbentuk bulat tidak sempurna, lonjong tidak sempurna, tidak

beraturan dan adanya gumpalan-gumpalan partikel. . Hal ini dikarenakan pasir besi memiliki sifat kemagnetan dan sifat kelistrikan yang mana setiap partikel akan cenderung bersifat saling tarik menarik dan membentuk gumpalan seperti partikel

B. Saran

Pada penelitian selanjutnya metode yang digunakan bisa di serasikan dengan metode yang telah ada sebelumnya seperti hal nya tidak memvariasikan komposisi polimer agar bisa mendapatkan hasil yang sesuai dengan metode tersebut yang mana pada polimer yang digunakan dalam penelitian ini belum banyak digunakan pada penelitian yang sebelumnya.