

**ANALISIS SIFAT OPTIK NANOKOMPOSIT $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{PANi}$ YANG
DISINTESIS DENGAN METODE SOL-GEL MENGGUNAKAN
*SPIN COATING***



NADYA AZTIFA

NIM. 18034055/2018

DEPARTEMEN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2023

**ANALISIS SIFAT OPTIK NANOKOMPOSIT $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{PANi}$ YANG
DISINTESIS DENGAN METODE SOL-GEL MENGGUNAKAN
*SPIN COATING***

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains



Oleh:

NADYA AZTIFA

NIM. 18034055/2018

PROGRAM STUDI FISIKA

DEPARTEMEN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2023

PERSETUJUAN SKRIPSI

**ANALISIS SIFAT OPTIK NANOKOMPOSIT $Fe_3O_4/PANI$ YANG
DISINTESIS DENGAN METODE SOL-GEL MENGGUNAKAN *SPIN
COATING***

Nama : Nadya Aztifa
NIM : 18034055
Program Studi : Fisika
Departemen : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 13 Februari 2023

Mengetahui:
Ketua Departemen Fisika



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

Disetujui Oleh:
Pembimbing



Dra. Yenni Darvina, M.Si
NIP. 196309111989032003

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI



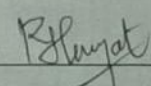
Nama : Nadya Aztifa
NIM : 18034055
Program Studi : Fisika
Departemen : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

**ANALISIS SIFAT OPTIK NANOKOMPOSIT $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{PANI}$ YANG
DISINTESIS DENGAN METODE SOL-GEL MENGGUNAKAN *SPIN
COATING***

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

Padang, 13 Februari 2023

Tim Penguji

Nama	Tanda Tangan
Ketua : Dra. Yenni Darvina, M.Si	
Anggota : Dr. Ramli, S.Pd., M.Si	
Anggota : Rahmat Hidayat, S.Pd., M.Si	

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Nadya Aztifa
NIM/TM : 18034055/2018
Program Studi : Fisika
Jurusan : Fisika
Fakultas : FMIPA

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya dengan judul : "Analisis Sifat Optik Nanokomposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{PANi}$ Yang Disintesis Dengan Metode Sol-Gel Menggunakan *Spin Coating*" 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,



Nadya Aztifa

NIM. 18034055

Analisis Sifat Optik Nanokomposit Fe₃O₄/PANi Yang Disintesis Dengan Metode Sol-Gel Menggunakan *Spin Coating*

Nadya Aztifa

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian mengenai analisis sifat optik nanokomposit Fe₃O₄/PANi yang disintesis dengan metode sol-gel dengan menggunakan spin coating. Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui struktur kristal, ukuran kristal, morfologi permukaan dan sifat optik dari lapisan tipis nanokomposit Fe₃O₄/PANi. Salah satu aplikasi sifat optik yaitu dapat digunakan sebagai semikonduktor. Penelitian menggunakan bahan berupa pasir besi yang didapatkan dari Pantai Tiram, Kabupaten Padang Pariaman, Sumatera Barat. Pasir besi mengandung fasa magnetite (Fe₃O₄) yang berperan sebagai filler (pengisi) sedangkan yang berperan sebagai matriks yaitu PANi.

Pada penelitian ini variasi komposisi yang digunakan sebanyak 5 variasi komposisi Fe₃O₄ dalam PANi yaitu 30%, 40%, 50%, 60%, dan 70%. Untuk metode yang digunakan yaitu metode sol-gel dan untuk gel yang diperoleh dilakukan penumbuhan lapisan tipis menggunakan alat spin coating. Pengujian sampel menggunakan alat karakterisasi XRD, SEM dan Spektrofotometer UV-Vis. Untuk alat XRD digunakan untuk mendapatkan struktur kristal dan ukuran kristal, SEM digunakan untuk mendapatkan morfologi permukaan sampel, sedangkan Spektrofotometer UV-Vis digunakan untuk mendapatkan sifat optik dari nanokomposit Fe₃O₄/PANi.

Hasil karakterisasi XRD menunjukkan bahwa struktur kristal pada setiap variasi untuk fasa magnetite yaitu cubic sedangkan untuk fasa PANi yaitu orthorhombic dan memiliki ukuran kristal dibawah 100 nm. Pengujian SEM menunjukkan adanya aglomerasi dan ukuran partikel pada variasi 30%, 40%, 50%, 60%, dan 70% berturut-turut adalah 27 µm, 53 µm, 61 µm, 84 µm, dan 46 µm. Dan hasil pengujian Spektrofotometer UV-Vis diperoleh nilai energi gap untuk variasi komposisi Fe₃O₄ dalam PANi yaitu 30%, 40%, 50%, 60%, dan 70% berturut-turut adalah 2.51 eV, 2.39 eV, 2.18 eV, 2.35 eV, dan 2.30 eV. Berdasarkan hasil penelitian dapat dibuktikan bahwa lapisan tipis nanokomposit Fe₃O₄/PANi merupakan bahan semikonduktor karena berada pada rentang nilai 0-3 eV.

Kata Kunci : Fe₃O₄/PANi, Energi Gap, Sifat Optik, Lapisan Tipis, *Spin Coating*

Analysis of The Optical Properties of Fe₃O₄/PANi Nanocomposites Synthesized Using The Sol-Gel Method Using Spin Coating

Nadya Aztifa

ABSTRACT

Research has been carried out on the analysis of the optical properties of Fe₃O₄/PANi nanocomposites synthesized by the sol-gel method using spin coating. The purpose of this study was to determine the crystal structure, crystal size, surface morphology, and optical properties of the Fe₃O₄/PANi nanocomposite thin films. One of the applications of optical properties is that it can be used as a semiconductor. The research used material in the form of iron sand obtained from Tiram Beach, Padang Pariaman Regency, West Sumatra. Iron sand contains a magnetite (Fe₃O₄) phase, which acts as a filler, while PANi acts as a matrix.

In this study, five variations of the composition of Fe₃O₄ in PANi were used, namely 30%, 40%, 50%, 60%, and 70%. For the method used, namely the sol-gel method, and for the gel obtained, a thin layer was grown using a spin coating tool. Sample testing used XRD, SEM, and UV-Vis Spectrophotometer tools. The XRD apparatus was used to obtain the crystal structure and crystal size, the SEM was used to obtain the sample surface morphology, and the UV-Vis Spectrophotometer was used to obtain the optical properties of the Fe₃O₄/PANi nanocomposite.

The XRD characterization results show that the crystal structure for each variation for the magnetite phase is cubic, while for the PANi phase, it is orthorhombic and has a crystal size below 100 nm. SEM testing showed the presence of agglomeration and particle size at variations of 30%, 40%, 50%, 60%, and 70% were 27 μm, 53 μm, 61 μm, 84 μm, and 46 μm respectively. And the results of the UV-Vis Spectrophotometer test obtained energy gap values for variations in the composition of Fe₃O₄ in PANi, namely 30%, 40%, 50%, 60%, and 70%, respectively, namely 2.51 eV, 2.39 eV, 2.18 eV, 2.35 eV, and 2.30 eV. Based on the research results, it can be proven that the Fe₃O₄/PANi nanocomposite thin layer is a semiconductor material because it is in the range of 0-3 eV.

Keywords : Fe₃O₄/PANi, Energy Gap, Optical Properties, Thin Coatings, Spin Coatings

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT karena berkat limpahan rahmat dan karunia-Nya akhirnya penulis diberi kesempatan, kekuatan dan kemampuan untuk menyelesaikan Skripsi yang berjudul **Analisis Sifat Optik Nanokomposit Fe₃O₄/PANi Yang Disintesis Dengan Metode Sol-Gel Menggunakan *Spin Coating***. Skripsi ini merupakan salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains di Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak mungkin terselesaikan tanpa adanya dukungan, bimbingan, bantuan dan nasehat dari berbagai pihak selama penyusunan skripsi ini. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Dra. Yenni Darvina, M.Si selaku Pembimbing.
2. Bapak Dr. Ramli, S.Pd., M.Si selaku Penguji I dan Penasehat Akademik.
3. Bapak Rahmat Hidayat, S.Pd., M.Si selaku Penguji II.
4. Ibu Prof. Dr. Hj. Ratnawulan, M.Si selaku Ketua Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.
5. Ibu Syafriani, M.Si, Ph.D selaku Ketua Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.
6. Seluruh staf pengajar Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang, yang telah membekali penulis

dalam perkuliahan.

7. Seluruh staf administrasi dan laboran Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.
8. Kepada kedua orang tua saya, ayahanda Abdul Aziz, S.H dan ibunda Zulnetty yang sangat saya cintai yang telah memberikan banyak dukungan moral, materil, nasehat, dan cinta serta do'a yang tak henti ditujukan kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
9. Kepada kakak dan abang saya, kakak Deskanovaris Sanny Azti, S.Pd., Gr dan abang Rizky Nugraha Pratama, S.Kom yang sangat saya cintai yang selalu memberi motivasi serta nasehat kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Semoga Allah SWT selalu memberi kesehatan serta keselamatan dan semua yang dicita-citakan dan yang diharapkan terkabulkan.
10. Rekan-rekan serta semua pihak yang telah banyak membantu penulis dalam melaksanakan penelitian maupun dalam penulisan skripsi.

Selayaknya kalimat yang menyatakan bahwa tidak ada sesuatu yang sempurna. Penulis juga menyadari bahwa skripsi ini juga memiliki banyak kekurangan. Maka dari itu penulis mengharapkan saran serta masukan dari para pembaca sekalian demi perbaikan skripsi ini kedepannya.

Padang, Februari 2023

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Batasan Masalah	11
C. Rumusan Masalah.....	12
D. Tujuan Penelitian	12
E. Manfaat Penelitian	13
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	14
A. Pasir Besi	14
B. Magnetit (Fe_3O_4).....	17
C. Polianilin (PANi)	19
D. Nanokomposit.....	21
E. Energi Gap	24
F. Sifat Optik Bahan.....	28
G. Metode Sol-Gel.....	32
H. Metode Spin Coating	35
I. X-Ray Diffraction (XRD).....	39
J. Scanning Electron Microscopy (SEM)	41
K. Spektrofotometer UV-VIS	43
L. Pengaruh Komposisi terhadap Struktur Kristal dan Ukuran Kristal.....	49

M.	Pengaruh Komposisi terhadap Morfologi Permukaan	51
N.	Pengaruh Komposisi terhadap Sifat Optiknya	51
O.	Penelitian Relevan	52
BAB III METODE PENELITIAN		54
A.	Jenis Penelitian.....	54
B.	Waktu dan Tempat Penelitian.....	54
C.	Variabel Penelitian.....	55
D.	Instrumen Penelitian	56
a.	Alat	56
b.	Bahan	65
E.	Pelaksanaan Penelitian.....	70
a.	Tahap Persiapan Sampel	71
b.	Tahap Pembuatan Sampel	73
c.	Tahap Karakterisasi Sampel Nanokomposit Fe ₃ O ₄ /PANi.....	76
d.	Teknik Pengumpulan Data	77
e.	Teknik Analisis Data	77
f.	Diagram Alir Penelitian.....	80
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		81
A.	Hasil Penelitian	81
1.	Deskripsi Data	81
2.	Analisis Data	116
B.	Pembahasan.....	138
BAB V PENUTUP.....		144
A.	Kesimpulan	144
B.	Saran	145
DAFTAR PUSTAKA		146
LAMPIRAN.....		152

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Pasir Besi Pantai Tiram Kabupaten Padang Pariaman Sumatera Barat	16
Gambar 2. Serbuk Magnetit (Fe_3O_4).....	18
Gambar 3. Struktur dan Sel Satuan Magnetit (Fe_3O_4)	18
Gambar 4. Struktur Geometri Anilin (Kholiq, 2001).....	20
Gambar 5. Struktur Geometri Polianilin (Kholiq, 2001)	20
Gambar 6. Intensitas Cahaya Datang dan Intensitas Cahaya Setelah Melewati Sampel	30
Gambar 7. Tahapan Metode Sol-Gel (Feinle <i>et al.</i> , 2015).....	34
Gambar 8. Proses Pembuatan Lapisan Tipis dengan Metode Spin Coating	38
Gambar 9. Spektrofotometer UV-Vis	44
Gambar 10. Skema Mekanisme Spektrofotometer UV-Vis.....	45
Gambar 11. Instrumentasi UV-Vis (Owen, 1996)	49
Gambar 12. Alat <i>High Energy Milling</i> (HEM-E3D)	57
Gambar 13. Alat <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)	57
Gambar 14. Peralatan SEM di P3GL, Bandung.....	58
Gambar 15. <i>Spektrofotometer UV-Vis</i> (Ultra Violet-Visible).....	59
Gambar 16. <i>Spin Coating</i>	59
Gambar 17. Oven Laboratorium	60
Gambar 18. <i>Magnetic Stirrer</i>	60
Gambar 19. Timbangan Digital	61
Gambar 20. Gelas Beaker	62
Gambar 21. Magnet Permanen.....	62
Gambar 22. Batang Pengaduk.....	63
Gambar 23. Gelas Ukur.....	63
Gambar 24. Substrat Kaca.....	64
Gambar 25. Pipet Tetes	64

Gambar 26. Pinset Laboratorium	65
Gambar 27. Bijih Besi.....	65
Gambar 28. Alkohol.....	66
Gambar 29. Aquades.....	67
Gambar 30. Amonium Persulfat	67
Gambar 31. Tepung Tapioka.....	68
Gambar 32. <i>Ethylene Glycol</i>	68
Gambar 33. Polyaniline (PANi).....	69
Gambar 34. Asam Nitrat (HNO ₃)	69
Gambar 35. Asam Oksalat	70
Gambar 36. Pola Difraksi Nanokomposit Fe ₃ O ₄ /PANi menggunakan XRD dengan Variasi 30%	82
Gambar 37. Pola Difraksi Nanokomposit Fe ₃ O ₄ /PANi menggunakan XRD dengan Variasi 40%	84
Gambar 38. Pola Difraksi Nanokomposit Fe ₃ O ₄ /PANi menggunakan XRD dengan Variasi 50%	86
Gambar 39. Pola Difraksi Nanokomposit Fe ₃ O ₄ /PANi menggunakan XRD dengan Variasi 60%	88
Gambar 40. Pola Difraksi Nanokomposit Fe ₃ O ₄ /PANi menggunakan XRD dengan Variasi 70%	90
Gambar 41. Data Hasil Karakterisasi Menggunakan SEM variasi 30%	92
Gambar 42. Data Hasil Karakterisasi Menggunakan SEM variasi 40%	93
Gambar 43. Data Hasil Karakterisasi Menggunakan SEM variasi 50%	94
Gambar 44. Data Hasil Karakterisasi Menggunakan SEM variasi 60%	95
Gambar 45. Data Hasil Karakterisasi Menggunakan SEM variasi 70%	96
Gambar 46. Grafik Hubungan Panjang Gelombang terhadap Absorbansi pada Nanokomposit Fe ₃ O ₄ /PANi variasi 30%	97
Gambar 47. Grafik Hubungan Panjang Gelombang terhadap Absorbansi pada Nanokomposit Fe ₃ O ₄ /PANi variasi 40%	98

Gambar 48. Grafik Hubungan Panjang Gelombang terhadap Absorbansi pada Nanokomposit Fe ₃ O ₄ /PANi variasi 50%	99
Gambar 49. Grafik Hubungan Panjang Gelombang terhadap Absorbansi pada Nanokomposit Fe ₃ O ₄ /PANi variasi 60%	100
Gambar 50. Grafik Hubungan Panjang Gelombang terhadap Absorbansi pada Nanokomposit Fe ₃ O ₄ /PANi variasi 70%	101
Gambar 51. Grafik Hubungan Panjang Gelombang terhadap Transmittansi pada Nanokomposit Fe ₃ O ₄ /PANi variasi 30%	102
Gambar 52. Grafik Hubungan Panjang Gelombang terhadap Transmittansi pada Nanokomposit Fe ₃ O ₄ /PANi variasi 40%	103
Gambar 53. Grafik Hubungan Panjang Gelombang terhadap Transmittansi pada Nanokomposit Fe ₃ O ₄ /PANi variasi 50%	104
Gambar 54. Grafik Hubungan Panjang Gelombang terhadap Transmittansi pada Nanokomposit Fe ₃ O ₄ /PANi variasi 60%	105
Gambar 55. Grafik Hubungan Panjang Gelombang terhadap Transmittansi pada Nanokomposit Fe ₃ O ₄ /PANi variasi 70%	106
Gambar 56. Grafik Hubungan Panjang Gelombang terhadap Reflektansi pada Nanokomposit Fe ₃ O ₄ /PANi variasi 30%	107
Gambar 57. Grafik Hubungan Panjang Gelombang terhadap Reflektansi pada Nanokomposit Fe ₃ O ₄ /PANi variasi 40%	108
Gambar 58. Grafik Hubungan Panjang Gelombang terhadap Reflektansi pada Nanokomposit Fe ₃ O ₄ /PANi variasi 50%	109
Gambar 59. Grafik Hubungan Panjang Gelombang terhadap Reflektansi pada Nanokomposit Fe ₃ O ₄ /PANi variasi 60%	110
Gambar 60. Grafik Hubungan Panjang Gelombang terhadap Reflektansi pada Nanokomposit Fe ₃ O ₄ /PANi variasi 70%	111
Gambar 61. Grafik Energi Gap pada Lapisan Tipis dengan variasi 30%	112
Gambar 62. Grafik Energi Gap pada Lapisan Tipis dengan variasi 40%	113
Gambar 63. Grafik Energi Gap pada Lapisan Tipis dengan variasi 50%	114
Gambar 64. Grafik Energi Gap pada Lapisan Tipis dengan variasi 60%	115
Gambar 65. Grafik Energi Gap pada Lapisan Tipis dengan variasi 70%	116

Gambar 66. Pola Difraksi Sinar-X Nanokomposit Fe ₃ O ₄ /PANi pada variasi komposisi 30%	117
Gambar 67. Pola Difraksi Sinar-X Nanokomposit Fe ₃ O ₄ /PANi pada variasi komposisi 40%	118
Gambar 68. Pola Difraksi Sinar-X Nanokomposit Fe ₃ O ₄ /PANi pada variasi komposisi 50%	120
Gambar 69. Pola Difraksi Sinar-X Nanokomposit Fe ₃ O ₄ /PANi pada variasi komposisi 60%	121
Gambar 70. Pola Difraksi Sinar-X Nanokomposit Fe ₃ O ₄ /PANi pada variasi komposisi 70%	123
Gambar 71. Pola Difraksi Nanokomposit Fe ₃ O ₄ /PANi untuk 5 Variasi Komposisi	124
Gambar 72. Ukuran Kristal Nanokomposit Fe ₃ O ₄ /PANi Pada 5 Variasi Komposisi	127
Gambar 73. Hasil Karakterisasi SEM (a) 30%/70% (b) 40%/60% (c) 50%/50% (d) 60%/40% (e) 70%/30% nanokomposit Fe ₃ O ₄ /PANi	128
Gambar 74. Absorbansi dari (a) 30%/70% (b) 40%/60% (c) 50%/50% (d) 60%/40% (e) 70%/30% nanokomposit Fe ₃ O ₄ /PANi	131
Gambar 75. Reflektansi dari (a) 30%/70% (b) 40%/60% (c) 50%/50% (d) 60%/40% (e) 70%/30% nanokomposit Fe ₃ O ₄ /PANi	132
Gambar 76. Transmittansi dari (a) 30%/70% (b) 40%/60% (c) 50%/50% (d) 60%/40% (e) 70%/30% nanokomposit Fe ₃ O ₄ /PANi	133
Gambar 77. Energi Gap dari (a) 30%/70% (b) 40%/60% (c) 50%/50% (d) 60%/40% (e) 70%/30% nanokomposit Fe ₃ O ₄ /PANi	136
Gambar 78. Energi Gap Nanokomposit Fe ₃ O ₄ /PANi Pada 5 Variasi Komposisi.....	137

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Komposisi Bijih Besi Pantai Tiram, Sumatera Barat.....	2
Tabel 2. Batasan Masalah	11
Tabel 3. Persentase Fe ₃ O ₄ dan PANi serta penamaan sampel.....	55
Tabel 4. Data Tiap Puncak Intensitas dan Sudut 2 Variasi Komposisi 30%	83
Tabel 5. Data Tiap Puncak Intensitas dan Sudut 2 Variasi Komposisi 40%	85
Tabel 6. Data Tiap Puncak Intensitas dan Sudut 2 Variasi Komposisi 50%	87
Tabel 7. Data Tiap Puncak Intensitas dan Sudut 2 Variasi Komposisi 60%	89
Tabel 8. Data Tiap Puncak Intensitas dan Sudut 2 Variasi Komposisi 70%	91
Tabel 9. Data Hasil Perhitungan Ukuran Kristal dari Variasi Komposisi Nanokomposit Fe ₃ O ₄ /PANi	126
Tabel 10. Data Analisis Sifat Optik Nanokomposit dengan Variasi Komposisi Fe ₃ O ₄ /PANi.....	136

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tahap Pelaksanaan Penelitian	152
Lampiran 2. Data Hasil Pengukuran Fe ₃ O ₄ /PANi yang diuji menggunakan XRD ..	155
Lampiran 3. Hasil Perhitungan Ukuran Kristal Nanokomposit Fe ₃ O ₄ /PANi	184
Lampiran 4. Data Hasil Uji SEM Variasi 30%	188
Lampiran 5. Data Hasil Uji SEM Variasi 40%	188
Lampiran 6. Data Hasil Uji SEM Variasi 50%	189
Lampiran 7. Data Hasil Uji SEM Variasi 60%	189
Lampiran 8. Data Hasil Uji SEM Variasi 70%	190
Lampiran 9. Perhitungan Energi Celah Pita Optik Dengan Metode Tauc Plot	190

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pasir besi adalah endapan pasir yang mengandung partikel besi (magnetit), yang terdapat di sepanjang pantai, terbentuk karena proses penghancuran oleh cuaca, air permukaan dan gelombang terhadap batuan asal yang mengandung mineral besi seperti magnetit, ilmenit, oksida besi, kemudian terakumulasi serta tercuci oleh gelombang air laut. Secara umum pasir besi terdiri dari mineral opak yang bercampur dengan butiran-butiran mineral seperti kuarsa, kalsit, felspar, amfibol, piroksen, biotit, dan turmalin (Hilman, 2014). Pasir besi juga merupakan bijih besi berbentuk pasir yang banyak ditemui di alam yang bercampur dengan pasir. Endapan besi yang terdapat dalam batuan sedimen berupa pasir dikenal sebagai pasir besi. Pasir besi ini memiliki ciri-ciri warna kehitaman yang sering dijumpai di sepanjang pantai salah satunya di Pantai Tiram, Kabupaten Padang Pariaman, Sumatera Barat (Darvina, dkk., 2017). Berikut merupakan hasil XRF pasir besi Pantai Tiram yang menunjukkan kandungan besi dan kandungan mineral lainnya yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Bijih Besi Pantai Tiram, Sumatera Barat

No	Oksida	Komposisi
1	SiO ₂	36.09%
2	Fe ₂ O ₃	34.015%
3	Al ₂ O ₃	10.034%
4	MgO	8.068%
5	TiO ₂	7.804%
6	CaO	1.134%

(Rahmi et al., 2018)

Tabel 1 memperlihatkan bahwa maghemit adalah unsur penyusun utama dari pasir Pantai Tiram Sumatera Barat. Namun karena kurangnya pengetahuan masyarakat tentang struktur nano, bahan alam di Sumatera Barat belum dieksplorasi secara intensif (Rahmi et al., 2018). Untuk kandungan pasir besi di pantai lain seperti di Pantai Galesong Takalar Sulawesi Selatan menunjukkan kadar Fe₂O₃ sampel SB-1 dan sampel SB-2 masing-masing yaitu 19,89% dan 17,32% (Bakri, dkk, 2021). Kandungan mineral pasir Pantai Losari Kota Makassar menunjukkan kadar Fe₂O₃ yang cukup tinggi yaitu sebesar 14,60%, hal inilah yang menyebabkan warna pasir pantai agak kehitaman (Alimin, dkk, 2016). Berbeda lagi dengan Pantai Mukomuko Bengkulu dimana didapatkan hasil analisis dengan pengulangan 3 kali didapat persentase kadar besi (% Fe) atau disebut sebagai magnetit berkisar antara 2,11%-45,73% atau rata-rata 13,39% (Kamiludin, dkk, 2012).

Endapan pasir besi dapat mengandung mineral-mineral magnetik seperti magnetit (Fe₃O₄), hematit (Fe₂O₃), dan maghemit (γ-Fe₂O₃). Mineral-mineral tersebut mempunyai potensi untuk dikembangkan sebagai

bahan industri. Sebagai contoh, magnetit dapat digunakan sebagai bahan dasar untuk tinta kering (toner) pada mesin photo-copy dan printer laser, sementara maghemit adalah bahan utama untuk pita kaset. Ketiga mineral magnetik di atas dapat juga digunakan sebagai pewarna serta campuran (filler) untuk cat serta bahan dasar untuk industri magnet permanen (Yulianto, dkk., 2003).

Secara umum pasir besi dimanfaatkan dalam industri diantaranya sebagai bahan baku pabrik baja dan juga sebagai bahan magnet dengan mengambil bijih besinya. Selain sebagai bahan baku pabrik baja dan bahan dasar magnet, pasir besi juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku industri semen dalam pembuatan beton, dimana inilah yang menyebabkan pasir besi memiliki nilai ekonomi yang rendah. Sementara itu pasir besi mengandung mineral magnetik seperti Fe_3O_4 yang tentunya dapat diolah menjadi sebuah produk yang memiliki nilai ekonomi yang lebih tinggi.

Fe_3O_4 merupakan material magnetik yang termasuk dalam kelompok besi oksida dan memiliki fasa magnetit (Mahmoudi et al., 2011; Simamora., 2015; Saragi., 2018). Material tersebut memiliki struktur kimia $\text{FeO-Fe}_2\text{O}_3$ berbentuk kubik tersusun oleh ion oksigen, Fe^{2+} dan Fe^{3+} (Taufiq dkk., 2012; Rani & Varma., 2015). Mahdavi et al (2013); Agnestisia dkk (2017) dan Fatimah et al (2018) melaporkan pada ukuran nano (1-100 nm) material dapat diaplikasikan dalam berbagai bidang seperti dalam bidang medis yaitu antibakteri, bidang industri yaitu sensor dan penyaring air yang memiliki daya serap logam berat.

Magnetit yang terkandung di pasir besi dapat dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi. Salah satu aplikasi dari pemanfaatannya adalah sebagai media rekam magnetik atau media penyimpan informasi dan dalam bidang medis untuk pembentukan gambar dengan resonansi magnetik pada alat *Magnetic Resonance Imaging* (MRI) dan diaplikasikan dalam pengiriman obat-obatan. Selanjutnya untuk memajukan mineral magnetik yaitu berupa Fe_3O_4 magnetit dibuat menjadi lapisan tipis, alat elektronik dan alat sensor berskala nano.

Nanoteknologi saat ini berkembang begitu pesat di semua bidang vital ilmu pengetahuan dan teknologi seperti elektronik, penerbangan, pertahanan, kedokteran, dan kesehatan. Hal tersebut berkaitan dengan model, sintesis, karakterisasi, serta aplikasi material dan peralatan dalam skala nanometer. Sifat fisika, kimia, dan biologis skala nano berbeda dari sifat atom dan molekul dalam material yang besar. Oleh karena itu, hal tersebut memberikan kesempatan untuk mengembangkan kelas baru pada kemajuan material yang memenuhi tuntutan aplikasi berteknologi tinggi (Rahman & Padavettan, 2012).

Riset bidang material skala nanometer sangat pesat dilakukan di seluruh dunia saat ini. Jika diamati, hasil akhir dari riset tersebut adalah mengubah teknologi yang ada sekarang yang umumnya berbasis pada material skala mikrometer menjadi teknologi yang berbasis pada material skala nanometer. Orang berkeyakinan bahwa material berukuran nanometer memiliki sejumlah sifat kimia dan fisika yang lebih unggul dari material

ukuran besar. Juga material dalam ukuran nanometer memiliki sifat-sifat yang lebih kaya karena menghasilkan beberapa sifat yang tidak dimiliki oleh material ukuran besar. Dan yang sangat menarik adalah sejumlah sifat tersebut dapat diubah-ubah dengan melalui pengontrolan ukuran material, pengaturan komposisi kimiawi, modifikasi permukaan dan pengontrolan interaksi antar partikel. Salah satu riset berskala nano yang mempunyai aplikasi yang luas dan banyak yaitu material nanokomposit (Abdullah, 2008).

Nanokomposit adalah struktur padat dengan dimensi berskala nanometer yang berulang pada jarak antar bentuk penyusun struktur yang berbeda. Bahan nanokomposit biasanya terdiri dari padatan anorganik yang mengandung komponen zat organik atau sebaliknya. Nanokomposit dapat juga menjadi media berpori, koloid, gel dan kopolimer. Secara umum, material nanokomposit mendemonstrasikan sifat mekanik, elektrik, optik, elektrokimia, katalik dan struktural yang berbeda dari masing-masing komponen (Ajayan, dkk., 2014). Dengan mengintegrasikan dua atau lebih material dengan sifat yang saling melengkapi, material komposit menawarkan potensi yang lebih baik dibandingkan material utamanya. Sebagai contoh keramik ferroelektrik memiliki konstanta dielektrik yang besar, tetapi rapuh dan kekuatan dielektriknya yang lemah. Di sisi lain, polimer cukup fleksibel, mudah di proses dengan temperatur rendah dan memiliki medan breakdown dielektrik tinggi. Dengan mengkombinasikan keduanya, dapat dikembangkan material baru yang memiliki konstanta dielektrik tinggi dan medan breakdown dielektrik yang tinggi. Nanopartikel logam akan berpengaruh terhadap

polimer tertentu dalam sifat mekanik dan fisiknya (glass transition, crystallinity, dan lain-lain) yang akan berpotensi luasnya aplikasi (barrier properties, mechanical and fire resistance). Pada tahap ini, nanokomposit polimer-logam akan diaplikasikan pada devais optik, sensor optik, dan filter warna cahaya (Abdullah, 2008).

Dalam pembuatan nanokomposit perlu adanya polimer konduktif, dimana polimer konduktif berperan sebagai matriks. Polimer konduktif merupakan polimer organik terkonjugasi yang menunjukkan sifat kelistrikan, kemagnetan, dan sifat optis seperti logam sehingga polimer konduktif disebut juga logam sintetis. Hal yang menarik adalah konduktivitas polimer organik terkonjugasi dapat diatur dari wilayah konduktivitas isolator hingga superkonduktor melalui modifikasi kimiawi yakni dengan pendopingan. Diawali oleh Shirakawa et al, (1977) yang telah berhasil mensintesis polimer poliasetilen konduktif. Polimer konduktif menjadi bahan yang sangat diminati untuk dikaji. Hal tersebut disebabkan oleh sifat polimer konduktif yang berbeda dari polimer konvensional yakni mempunyai konduktivitas listrik yang tinggi sehingga polimer konduktif berpotensi untuk diaplikasikan pada baterai, divais tampilan elektronik, sensor dan lain sebagainya (Aspi et al., 2013).

Polianilin atau lebih sering dikenal dengan PANi adalah salah satu jenis polimer konduktif yang sangat prospektif yang semakin luas penggunaannya dan sudah banyak diteliti. Penelitian terus-menerus dilakukan

terlebih setelah pada tahun 2000 Shirakawa, Heegen, dan MacDiarmid memperoleh penghargaan Nobel atas penemuan dan perkembangan polimer konduktif polianilin (Rositawati, 2004). Sebenarnya PANi berasal dari sintesis monomer anilin sehingga menjadi polimer polianilin yang merupakan polimer konduktif. PANi hasil sintesa kimia berada dalam bentuk EB (Emeraldin Basa) yang bersifat osilator, bentuk tersebut diubah menjadi ES (Garam Emeraldin) yang konduktif melalui perlakuan asam atau protonasi. Berdasarkan derajat oksidasinya, PANi dapat ditemukan dalam tiga bentuk, yaitu Leukoemeraldin (LEB/bentuk tereduksi penuh), Emeraldin (EB/bentuk setengah teroksidasi), dan Pernigranilin (PGN/bentuk teroksidasi penuh) (Aspi et al., 2013).

Polianilin merupakan salah satu polimer konduktif yang banyak dikembangkan saat ini, yang terbentuk dari monomer anilin ($C_6H_5NH_2$) salah satu senyawa turunan benzene. Sifat polianilin diantaranya adalah mudah untuk disintesis, kestabilan yang tinggi terhadap lingkungan, mudah diubah konduktivitasnya dengan cara doping dan tahan korosi (Kertati, 2008). Polianilin adalah polimer konduktif yang sekarang ini sedang banyak diteliti. Hal ini dikarenakan polianilin memiliki karakteristik yang unik meliputi konduktivitas listrik yang baik, sifat optik yang baik, dan kestabilan tinggi (Detsri et al, 2009). Polianilin (PANi) dapat disintesis melalui polimerisasi secara kimia atau elektrokimia. Konduktivitas PANi dapat dipengaruhi melalui charge-transfer doping dan protonasi (Maddu dkk, 2008). PANi dapat

diaplikasikan dalam beberapa bidang yaitu untuk lapisan anti korosi, sensor, baterai (Priya, 2012), elektroda superkapasitor (Susmita, 2013), dan bahan elektrokromik (Handoyo dkk, 2003) karena polianilin memiliki kontras warna yang tajam (Xiong et al, 2012). Kontras warna inilah yang mempengaruhi absorbansi atau transmitansi pada film polianilin. Selain itu spektrum absorbansi atau transmitansi juga dipengaruhi oleh beda potensial yang diberikan pada film. PANi merupakan salah satu polimer yang bersifat konduktif dan termasuk dalam semikonduktor. Hal ini terlihat pada penelitian yang telah dilakukan oleh Putri, dkk, 2014 bahwa PANi yang ditumbuhkan dengan metode spin coating memiliki energi gap sebesar 3,2 eV-5,0 eV, dimana angka ini termasuk dalam rentang energi gap dari semikonduktor.

Salah satu keunggulan dari Fe_3O_4 dan PANi adalah terdapat pada sifat magnet yang dimilikinya, dimana sifat magnet dari bahan Fe_3O_4 dan PANi ini banyak diaplikasikan di berbagai bidang contohnya yaitu dalam pembuatan sensor kimia, sensor magnet dan *Electromagnetic Interference* (EMI). Apabila Fe_3O_4 dan PANi dicampurkan menjadi nanokomposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{PANi}$ maka nilai dari sifat magnet akan bertambah. Seperti yang telah dilakukan oleh (Basith, dkk., 2021) yaitu sintesis komposit nano PANi/ Fe_3O_4 konduktivitas berbasis pasir alam didapatkan hasil karakterisasi dengan SEM dimana terlihat hasil morfologi komposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{PANi}$ terlihat bahwa ada beberapa bagian terjadi aglomerasi. Hal ini dapat dipahami karena Fe_3O_4 merupakan bahan ferromagnetik sehingga cenderung saling tarik-menarik antar partikelnya.

Walaupun ada bagian yang teraglomerasi, secara umum distribusi sebaran komposit PANi/Fe₃O₄ terdistribusi merata. Hal ini mengindikasikan bahwa komposit PANi/Fe₃O₄ terbentuk dengan baik.

Sistem nanokristalin mempunyai sifat optikal yang sangat menarik, dimana sifatnya berbeda dengan sifat dari kristal konvensional. Kunci penyumbang faktor masuknya quantum tertutup dari pembawa elektrikal pada nanopartikel, energi yang efisien dan memungkinkan terjadinya pertukaran karena jaraknya dalam skala nano serta memiliki sistem dengan interface yang tinggi. Dengan perkembangan teknologi dari material mendukung perkembangan sifat nanofotonik. Dengan sifat optik linear dan non linear material nano dapat dibuat dengan mengontrol dimensi kristal dan surface kimia, teknologi pembuatan menjadi faktor kunci untuk mengaplikasikan. Contoh pengaplikasian sifat optik nanomaterial pada optoelektronik, electrochromic untuk Liquid Crystal Display (LCD) (Fitrah, 2015).

Menurut (Yulfriska, dkk., 2017) dalam penelitian yang berjudul analisis sifat optik dari lapisan tipis Fe₃O₄ yang dipreparasi dari pasir besi Pantai Tiram Kabupaten Padang Pariaman Sumatera Barat dengan metode sol-gel spin coating, mengatakan bahwa kecepatan putar berpengaruh terhadap transmitansi, absorbansi dan reflektansi. Semakin besar kecepatan putar maka transmitansi dan reflektansi juga akan semakin besar, sedangkan absorbansi akan semakin kecil. Ini disebabkan karena semakin besar kecepatan putar maka nilai ketebalan lapisan tipis akan semakin kecil

(Yulfriska, 2017). Untuk energi gap yang didapatkan menunjukkan bahwa bahan bersifat semikonduktor. Kekurangan dalam penelitian ini yaitu kurang sempurnanya penumbuhan lapisan tipis yaitu pada saat proses penumbuhan lapisan tipis di atas substrat kaca yang menggunakan pipet tetes, sehingga larutan yang diteteskan tidak sama banyaknya dan kurangnya keterampilan peneliti pada saat proses penumbuhan lapisan tipis di atas substrat akan berpengaruh pada ketebalan lapisan tipis yang terbentuk.

Salah satu aspek yang menarik perhatian kita terutama dalam bidang material yaitu lapisan tipis, ini disebabkan karena lapisan tipis memiliki sifat optik yang sangat tergantung pada sifat bahan lapisan tipis yang akan diendapkan. Sifat optik yang dikarakterisasi menggunakan Spektrofotometer UV-Vis yaitu berupa transmitansi, absorbansi, reflektansi dan energi gap dari suatu bahan. Penentuan nilai energi gap ini merupakan salah satu langkah penting karena menjadi salah satu parameter utama dalam menentukan aplikasi yang sesuai untuk suatu material (Timudi, G.E, 2010). Aplikasi yang memerlukan pengetahuan tentang sifat optik yaitu dapat digunakan sebagai piranti elektronik semikonduktor dan lain-lain.

Oleh karena itu, inilah yang melatarbelakangi peneliti untuk mensintesis nanokomposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{PANi}$ dengan metode sol-gel menggunakan spin coating, dimana dapat menyelidiki sifat optik dari nanokomposit dengan menggunakan alat Spektrofotometer UV-Vis. Judul penelitian yaitu :

“Analisis Sifat Optik Nanokomposit Fe₃O₄/PANi Yang Disintesis Dengan Metode Sol-Gel Menggunakan Spin Coating”.

B. Batasan Masalah

Supaya penelitian yang dilakukan lebih terkendali maka perlu adanya pembatasan masalah dalam penelitian ini. Dimana pembatasan masalahnya adalah lebih diutamakan pada variasi komposisi bahan yaitu Fe₃O₄:PANi berturut-turut adalah ditunjukkan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Batasan Masalah

Sampel	Kandungan Bahan (%)	
	Fe ₃ O ₄ (%)	PANi (%)
Variasi 1	30%	70%
Variasi 2	40%	60%
Variasi 3	50%	50%
Variasi 4	60%	40%
Variasi 5	70%	30%

Dan nilai transmitansi, absorbansi, reflektansi, dan energi gap dari sifat optik nanokomposit Fe₃O₄/PANi dengan menggunakan alat Spektrofotometer UV-Vis.

C. Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana pengaruh komposisi Fe_3O_4 terhadap struktur kristal dan ukuran kristal dari nanokomposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{PANi}$ yang disintesis dengan metode sol-gel menggunakan *spin coating*?
2. Bagaimana pengaruh komposisi Fe_3O_4 terhadap morfologi permukaan dari nanokomposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{PANi}$ yang disintesis dengan metode sol-gel menggunakan *spin coating*?
3. Bagaimana pengaruh komposisi Fe_3O_4 terhadap sifat optik dari segi transmitansi, absorbansi, reflektansi serta energi gap dari nanokomposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{PANi}$ yang disintesis dengan metode sol-gel menggunakan *spin coating*?

D. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan melakukan penelitian ini yaitu :

1. Mengetahui pengaruh komposisi Fe_3O_4 terhadap struktur kristal dan ukuran kristal dari nanokomposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{PANi}$ yang disintesis dengan metode sol-gel menggunakan *spin coating*.
2. Mengetahui pengaruh komposisi Fe_3O_4 terhadap morfologi permukaan dari nanokomposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{PANi}$ yang disintesis dengan metode sol-gel menggunakan *spin coating*.

3. Mengetahui pengaruh variasi komposisi Fe_3O_4 terhadap sifat optik dari segi transmitansi, absorptansi, reflektansi serta energi gap dari nanokomposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{PANi}$ yang disintesis dengan metode sol-gel menggunakan *spin coating*.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini yaitu :

1. Perkembangan pengetahuan tentang bahan alam yang baik digunakan dan memiliki sifat optik didalamnya.
2. Bidang kajian Material dan Biofisika serta Jurusan Fisika dapat membagikan ilmu pengetahuan dalam pembuatan material nanokomposit, khususnya menggunakan metode sol-gel *spin coating*.
3. Peneliti lain, sebagai referensi dalam pengembangan penelitian selanjutnya.
4. Bagi peneliti, sebagai syarat untuk menyelesaikan Program Studi Fisika S1 dan pengembangan diri dalam bidang kajian Fisika.