UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Kajian Sifat Dielektrik pada Nanopartikel Magnetit (Fe3O4) yang Dienkapsulasi Silika (SiO2) dengan Metode Green Synthesis
Arina Husnayani, Prof. Dr.Eng. Edi Suharyadi, S.Si., M.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI iii
KATA PENGANTAR iv
MOTO DAN PERSEMBAHAN vii
DAFTAR ISI viii
DAFTAR GAMBAR x
DAFTAR TABEL xi
INTISARI xii
ABSTRACT xiii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 6
1.3 Batasan Masalah 6
1.4 Tujuan Penelitian 6
1.5 Kebaharuan Penelitian 7
1.6 Manfaat Penelitian 7
1.7 Sistematika Penulisan 7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 9
BAB III LANDASAN TEORI 14
3.1 Material Dielektrik 14
3.2 Kapasitansi dan Polarisasi 14
3.3 Polarisasi Dielektrik 16
3.4 Momen Dipol Listrik 18
3.5 Dielektrik Riil dan Imajiner 19
3.6 *Loss Tangent* (Rugi Tangen) Dielektrik 20
3.7 Spektroskopi Impedansi 21
3.8 Nanopartikel Magnetit *Ferrite* (Fe_3O_4) 22
3.9 Silika (SiO_2) 24
3.10 Metode *Green Synthesis* 25
3.11 *Moringa oleifera* (MO) 26
3.12 Spektroskopi *X-Ray Diffractometer* (XRD) 27
3.13 Spektroskopi *Fourier-Transform Infra Red* (FTIR) 29

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Kajian Sifat Dielektrik pada Nanopartikel Magnetit (Fe3O4) yang Dienkapsulasi Silika (SiO2) dengan Metode Green Synthesis
Arina Husnayani, Prof. Dr.Eng. Edi Suharyadi, S.Si., M.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

3.14 Spektroskopi *Ultraviolet Visible* (UV-Vis) 29
3.15 Spektroskopi Impedansi Terkomputerisasi 30
BAB IV METODE PENELITIAN 32
4.1 Waktu dan Tempat Penelitian 32
4.2 Alat dan Bahan Penelitian 32
4.3 Skema Penelitian 33
4.4 Skema Sintesis.....34
4.5 Ekstraksi MO.....35
4.6 *Green Synthesis* Nanopartikel Magnetit Fe_3O_4 36
4.7 *Green Synthesis* Nanokomposit Fe_3O_4/SiO_2 36
4.8 Karakterisasi Material 37
4.8.1 Karakterisasi XRD..... 37
4.8.2 Karakterisasi FTIR 38
4.8.3 Karakterisasi UV-Vis 39
4.8.4 Pengujian sifat dielektrik sampel.....40
BAB V PEMBAHASAN 42
5.1 Mekanisme *Green Synthesized* Nanokomposit Fe_3O_4/SiO_2 42
5.2 Karakterisasi Nanokomposit Fe_3O_4/SiO_2 44
5.2.1 Analisis struktur kristal dengan XRD..... 44
5.2.2 Analisis gugus fungsi dengan FTIR.....46
5.2.3 Analisis sifat optik dan energi celah pita dengan UV-Vis 48
5.3 Hasil Dan Analisis Kajian Dielektrik 52
5.3.1 Permitivitas dielektrik (riil dan imajiner) sebagai fungsi frekuensi 53
5.3.2 Pengaruh konsentrasi Na_2SiO_3 terhadap permitivitas dielektrik (riil dan imajiner) pada nanopartikel Fe_3O_4 56
5.3.3 Respon *loss tangent* terhadap nanopartikel Fe_3O_4/SiO_2 58
5.3.4 Respon impedansi terhadap nanokomposit Fe_3O_4/SiO_2 60
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN 63
6.1 Kesimpulan.....63
6.2 Saran 63
DAFTAR PUSTAKA 65
LAMPIRAN.....70

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Kajian Sifat Dielektrik pada Nanopartikel Magnetit (Fe3O4) yang Dienkapsulasi Silika (SiO2) dengan Metode Green Synthesis
Arina Husnayani, Prof. Dr.Eng. Edi Suharyadi, S.Si., M.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Jenis polarisasi dielektrik (Park et al., 2017). 17
Gambar 3.2 Kurva hubungan antara permitivitas riil dan permitivitas imajiner terhadap frekuensi (Kremer & Schönhals, 2003)..... 20
Gambar 3.3 Dampak medan listrik terhadap molekul dielektrik (Steve, 2023).... 21
Gambar 3.4 Struktur kristal nanopartikel Fe_3O_4 (Sunaryono et al., 2019) 23
Gambar 3.5 Struktur kristal Silika SiO_2 (Ganbaatar et al., 2021) 24
Gambar 3.6 Proses sintesis material yang menggunakan metode green synthesis (Ulas et al., 2025)..... 25
Gambar 3.7 Tanaman Daun Kelor (Moringa oleifera). Sumber: Pixabay, 2025.. 26
Gambar 3.8 Diagram skematik difraksi sinar-X oleh bidang atom dalam kristal (Kulka, 2021) 28
Gambar 3.9 Rangkaian spektroskopi impedansi terkomputerisasi (Majid, 2012) 31
Gambar 4.1 Diagram alir skema penelitian…….34

Gambar 4.2 Ilustrasi sintesis Fe_3O_4..... 35

Gambar 4.3 Ilustrasi sintesis Fe_3O_4/SiO_2 35

Gambar 5. 1 Spektrum FTIR pada (a) green synthesis Fe_3O_4, (b) SiO_2, (c) *green synthesis* Fe_3O_4/SiO_2…….....47

Gambar 5. 2 Spektrum UV-Vis pada (a) Fe_3O_4, (b) Fe_3O_4/SiO_2 (5%), (c) Fe_3O_4/SiO_2 (7,5%), dan (d) Fe_3O_4/SiO_2 (10%) 49
Gambar 5. 3 Plot Energi Celah Pita Pada Sampel 50
Gambar 5. 4 Grafik perbandingan permitivitas dielektrik riil pada frekuensi 10-900 kHz 53
Gambar 5. 5 Grafik perbandingan permitivitas dielektrik imajiner pada frekuensi 10-900 kHz..... 54
Gambar 5. 6 Grafik perbandingan loss tangent dielektrik pada nanopartikel Fe_3O_4 58
Gambar 5. 7 Grafik perbandingan impedansi dielektrik pada nanopartikel $Fe_3O_4$61

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Kajian Sifat Dielektrik pada Nanopartikel Magnetit (Fe3O4) yang Dienkapsulasi Silika (SiO2) dengan Metode Green Synthesis
Arina Husnayani, Prof. Dr.Eng. Edi Suharyadi, S.Si., M.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Perbandingan massa **Fe_3O_4** dan SiO_2 37
Tabel 5. 1 Hasil Analisis Spektrum FTIR……...47

Tabel 5. 2 Hasil Analisis Serapan Tepi dan Energi Celah Pita 50
Tabel 5. 3 Variasi sampel uji dielektrik Fe_3O_4/SiO_2 52
Tabel 5. 4 Pengaruh variasi Na_2SiO_3 terhadap nilai permitivitas dielektrik riil pada nanopartikel Fe_3O_4 56
Tabel 5. 5 Pengaruh variasi Na_2SiO_3 terhadap nilai permitivitas dielektrik imajiner pada nanopartikel Fe_3O_4..... 56
Tabel 5. 6 Pengaruh vasiasi Na_2SiO_3 terhadap nilai loss tangent dielektrik pada nanopartikel Fe_3O_4 59
Tabel 5. 7 Pengaruh vasiasi Na_2SiO_3 terhadap nilai impedansi dielektrik pada nanopartikel Fe_3O_4 62
Tabel L .1 Data hasil pengukuran dielektrik sampel Fe_3O_4/SiO_2 (0%)…….....70

Tabel L. 2 Data hasil pengukuran dielektrik sampel Fe_3O_4/SiO_2 (5%)..... 72
Tabel L. 3 Data hasil pengukuran dielektrik sampel Fe_3O_4/SiO_2 (10%)..... 74
Tabel L. 4 Data hasil pengukuran dielektrik sampel Fe_3O_4/SiO_2 (15%)..... 77
Tabel L. 5 Data hasil pengukuran dielektrik sampel Fe_3O_4/SiO_2 (20%)..... 79