

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMBUL	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
PRAKATA.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
INTISARI.....	xiii
<i>ABSTRACT</i>	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Batasan Masalah.....	6
1.4 Tujuan Penelitian.....	7
1.5 Manfaat Penelitian.....	7
1.6 Sistematika Penulisan.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Modifikasi Permukaan Nanopartikel Fe ₃ O ₄ untuk Hipertermia Magnetik	9
2.2 Modifikasi Permukaan Nanopartikel Fe ₃ O ₄ menggunakan Kitosan (Cs)	11
2.3 <i>Green Synthesis</i> Nanopartikel Fe ₃ O ₄	16
2.4 <i>Green-Synthesis</i> menggunakan Ekstrak MO.....	19
BAB III LANDASAN TEORI.....	23
3.1 Nanopartikel Fe ₃ O ₄	23
3.2 Kitosan	25
3.3 Metode <i>Green Synthesis</i> pada Nanopartikel	27
3.4 <i>Moringa Oleifera</i> (MO)	28
3.5 Metode Kopresipitasi	31
3.6 Kemagnetan pada Material.....	31
3.7 Hipertermia Magnetik	34
3.8 Karakterisasi Material	41
3.8.1 <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	41
3.8.2 Spektroskopi <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR).....	43
3.8.3 <i>Vibrating Sample Magnetometer</i> (VSM).....	45
3.8.4 Metode Kalorimetri	48
BAB IV METODE PENELITIAN	50
4.1 Waktu dan Tempat Penelitian	50
4.2 Alat dan Bahan Penelitian	50
4.2.1 Alat.....	50
4.2.2 Bahan.....	52
4.3 Skema Penelitian	52

4.4	Prosedur Penelitian.....	53
4.4.1	Pembuatan Larutan MO	53
4.4.2	<i>Green Synthesis</i> Nanopartikel Fe ₃ O ₄	54
4.4.3	Sintesis Nanokomposit Fe ₃ O ₄ /Kitosan.....	55
4.5	Karakterisasi dan Analisis Data	56
4.5.1	Karakterisasi dan Analisis XRD	56
4.5.2	Karakterisasi dan Analisis FTIR	58
4.5.3	Karakterisasi dan Analisis VSM	60
4.5.4	Karakterisasi dan Analisis SAR	61
BAB V	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	62
5.1	Mekanisme Pembentukan Nanokomposit Fe ₃ O ₄ /Cs	62
5.2	Karakterisasi Nanokomposit Fe ₃ O ₄ /Cs	64
5.2.1	Analisis Struktur Kristal dan Ukuran Kristalit Fe ₃ O ₄ /Cs dengan XRD	64
5.2.2	Analisis Gugus Fungsi	67
5.2.3	Kajian Sifat Kemagnetan Nanopartikel Fe ₃ O ₄ /Cs dengan VSM	69
5.2.4	Analisis SAR dan Potensinya untuk Hipertermia Magnetik	71
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN	77
6.1	Kesimpulan.....	77
6.2	Saran.....	78
DAFTAR	PUSTAKA	79
LAMPIRAN 1	.....	86
LAMPIRAN 2	.....	88
LAMPIRAN 3	.....	91
LAMPIRAN 4	.....	92
LAMPIRAN 5	.....	93
LAMPIRAN 7	.....	94

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik dari nanopartikel Fe ₃ O ₄ yang dimodifikasi permukaannya menggunakan berbagai material	11
Tabel 2.2 Karakteristik <i>green-synthesized</i> nanopartikel Fe ₃ O ₄ menggunakan beberapa ekstrak tanaman	19
Tabel 3.1 Klasifikasi ilmiah tumbuhan <i>Moringa oleifera</i>	30
Tabel 4.1 Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian.....	52
Tabel 4.2 Data variasi perbandingan massa Fe ₃ O ₄ dan kitosan data variasi perbandingan massa Fe ₃ O ₄ dan kitosan	56
Tabel 4.3 Data gugus fungsi dari nanopartikel Fe ₃ O ₄ /Cs 4:2	59
Tabel 5.1 Analisis parameter kisi dan ukuran kristalit dari nanokomposit Fe ₃ O ₄ dan Fe ₃ O ₄ /Cs variasi konsentrasi	67
Tabel 5.2 Hasil Analisis Gugus Fungsi dari Spektrum FTIR	68
Tabel 5.3 Sifat kemagnetan dari Fe ₃ O ₄ , Fe ₃ O ₄ /Cs (4:2), dan Fe ₃ O ₄ /Cs (4:4).....	70
Tabel 5.4 Data nilai SAR dari masing-masing sampel dengan variasi kuat medan magnet.....	75
Tabel 5.5 Data nilai ILP dari masing-masing sampel dengan kuat medan magnet 250 Oe	75
Tabel L.1 Hasil perhitungan ukuran kristalit beserta ralatnya	90
Tabel L.2 Hasil perhitungan parameter kisi beserta ralatnya.....	90
Tabel L.3 Hasil perhitungan nilai SAR.....	92

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Struktur kristal magnetit (Fe ₃ O ₄). Bola hijau adalah ion besi; bola merah adalah ion oksigen; dan bola hitam adalah ion besi.....	24
Gambar 3.2 Skema reaksi deasetilasi parsial kitin dan memperoleh kitosan	26
Gambar 3.3 Pohon kelor, tangkai daun, serbuk daun, dan bijinya.....	30
Gambar 3.4 Struktur magnet dasar dari lima jenis magnet.....	33
Gambar 3.5 Diagram kurva magnetisasi berbagai magnet	33
Gambar 3.6 Kurva histerisis Fe ₃ O ₄	34
Gambar 3.7 Prinsip hipertermia yang dimediasi magnetik.....	36
Gambar 3.8 Skema terapi kanker menggunakan hipertermia magnetik	38
Gambar 3.9 Mekanisme relaksasi Néel dan Brownian	40
Gambar 3.10 Representasi skema hukum Bragg	42
Gambar 3.11 Komponen dasar dalam spektroskopi <i>fourier transform infrared</i> ..	44
Gambar 3.12 Komponen y dari fluks magnet, By, untuk dipol dalam medan magnet seragam, Hy, lewat melalui satu putaran kumparan penarik dengan luas, A, berpusat pada sumbu x; vz menunjukkan arah osilasi dipol.....	47
Gambar 3.13 Diagram skematik instrumen VSM.....	47
Gambar 4.1 Diagram alir penelitian.....	53
Gambar 4.2 Ilustrasi proses pembuatan larutan MO.....	54
Gambar 4.3 Ilustrasi proses <i>green synthesis</i> nanopartikel Fe ₃ O ₄	55
Gambar 4.4 Ilustrasi proses sintesis nanokomposit Fe ₃ O ₄ /kitosan	55
Gambar 4.5 Contoh pola XRD dari nanopartikel (a) Fe ₃ O ₄ , (b) Fe ₃ O ₄ /Cs (4:2), dan (c) Fe ₃ O ₄ /Cs (4:4).....	57
Gambar 4.6 Contoh spektrum FTIR dari nanopartikel (a) Cs, (b) Fe ₃ O ₄ , dan (c) Fe ₃ O ₄ /Cs (4:2).....	59
Gambar 4.7 Contoh kurva magnetisasi (a) Fe ₃ O ₄ , (b) Fe ₃ O ₄ /Cs (4:2), dan (c) Fe ₃ O ₄ /Cs (4:4).....	60
Gambar 4.8 Skema rangkaian pengukuran SAR nanopartikel.....	61
Gambar 5.1 Mekanisme pembentukan nanopartikel Fe ₃ O ₄ melalui <i>green synthesis</i>	63
Gambar 5.2 Spektrum XRD nanopartikel Fe ₃ O ₄ menggunakan metode <i>Rietveld Refinement</i>	65
Gambar 5.3 Pola difraksi sinar-x dari (a) Fe ₃ O ₄ , (b) Fe ₃ O ₄ /Cs (4:2), dan (c) Fe ₃ O ₄ /Cs (4:4).....	66
Gambar 5.4 Spektrum FTIR dari (a) MO, (b) Cs, (c) Fe ₃ O ₄ , (d) Fe ₃ O ₄ /Cs (4:2), dan (e) Fe ₃ O ₄ /Cs (4:4).....	68
Gambar 5.5 Kurva histeresis dari (a) Fe ₃ O ₄ , (b) Fe ₃ O ₄ /Cs (4:2), dan (c) Fe ₃ O ₄ /Cs (4:4).....	70
Gambar 5.6 Hubungan antara ukuran partikel dengan medan koersivitas.....	71
Gambar 5.7 Grafik peningkatan suhu terhadap waktu untuk masing-masing sampel di bawah pengaruh medan magnet sebesar (a) 150 Oe, (b) 200 Oe, dan (c) 250 Oe	72
Gambar 5.8 Nilai SAR dari nanopartikel sebagai fungsi kuat medan magnet	74

Gambar 5.9 Ilustrasi skematik dari fenomena <i>surface spin disorder</i> pada Fe ₃ O ₄ /Cs, diikuti dengan mekanisme proses pemanasan nanopartikel pada hipertermia magnetik.....	76
Gambar L.1 Grafik COD Fe ₃ O ₄	88
Gambar L.2 Grafik COD γ – Fe ₂ O ₃	88
Gambar L.3 Contoh grafik hasil gaussian <i>fitting</i> menggunakan Originlab	89
Gambar L.4 Perhitungan <i>H_c</i> , <i>M_r</i> , dan <i>M_s</i> dari Fe ₃ O ₄ dengan <i>Software Excel</i>	91
Gambar L.5 Perhitungan <i>H_c</i> , <i>M_r</i> , dan <i>M_s</i> dari Fe ₃ O ₄ /Cs (4:2) dengan <i>Software Excel</i>	91
Gambar L.6 Sertifikat ICMIA 2024.....	93