

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>PRAKATA.....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>INTISARI .....</b>	<b>xiv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>16</b>
1.1 Latar Belakang .....	16
1.2 Rumusan Masalah .....	23
1.3 Hipotesis Penelitian .....	23
1.4 Tujuan Penelitian .....	25
1.5 Batasan Penelitian .....	25
1.6 Kebaruan Penelitian .....	26
1.7 Peta Jalan Penelitian .....	27
1.8 Sistematika Penulisan .....	28
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>30</b>
2.1 <i>Green Synthesis</i> Nanopartikel Magnetik (NPM) Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .....	30
2.2 Deteksi NPM pelabel Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> dengan sensor GMR .....	32
2.3 Deteksi biomolekul dengan biosensor GMR .....	34
<b>BAB III DASAR TEORI .....</b>	<b>39</b>
3.1 Konsep Dasar Kemagnetan Material .....	39
3.2 Sifat Kemagnetan Berbagai Material Magnetik .....	40
3.2.1 Diamagnetik.....	40
3.2.2 Paramagnetik .....	40
3.2.3 Ferromagnetik.....	41
3.2.4 Antiferromagnetik.....	41
3.2.5 Ferrimagnetik.....	41
3.3 Nanopartikel magnetik dan Sifat Superparamagnetik .....	42

3.4	Domain Magnetik dan Dinding Domain Magnetik .....	43
3.4.1	Domain Magnetik .....	43
3.4.2	Dinding Domain Magnetik .....	44
3.5	Kurva Histeresis .....	45
3.6	<i>Giant Magnetoresistance</i> (GMR) .....	46
3.6.1	Prinsip Dasar .....	46
3.6.2	Struktur Lapisan Tipis GMR .....	51
3.6.3	Exchange-Bias .....	53
3.7	Prinsip Dasar Deteksi Biomolekul dengan Sensor GMR .....	55
3.8	Helmholtz <i>Coil</i> .....	56
3.9	Jembatan Wheatstone .....	58
3.10	<i>Green Synthesis</i> Nanopartikel Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .....	60
3.11	Enzim <i>α-amylase</i> .....	63
3.12	Daun Kelor ( <i>Mongifera Oleifera</i> ) .....	64
3.13	Karakterisasi Material .....	65
3.13.1	<i>X-ray diffractometer</i> (XRD) .....	65
3.13.2	<i>Fourier Transform Infra-Red Spectroscopy</i> (Spektroskopi Infra Merah) .....	67
3.13.3	<i>Vibrating sample magnetometer</i> (VSM) .....	69
3.13.4	<i>Transmission Elektron Microscopy</i> (TEM) .....	71
<b>BAB IV METODOLOGI PENELITIAN.....</b>		<b>73</b>
4.1	Tempat dan Waktu Penelitian .....	73
4.2	Alat dan Bahan Penelitian .....	73
4.2.1	Alat Penelitian .....	73
4.2.2	Bahan Penelitian .....	75
4.3	Prosedur Penelitian .....	75
4.3.1	Sintesis Nanopartikel .....	76
4.3.2	Fungsionalisasi nanopartikel dengan PEG-4000 .....	78
4.4	Desain Pengukuran <i>Chip</i> Sensor GMR .....	79
4.5	Pengujian sifat GMR .....	83
4.5.1	Nanopartikel label .....	84
4.5.2	Biomolekul .....	84

4.6	Karakterisasi Material dan Teknik Analisis Data.....	86
4.6.1	Karakterisasi Nanopartikel Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> menggunakan XRD .....	86
4.6.2	Perhitungan distribusi ukuran butir hasil TEM.....	89
4.6.3	Analisa Sinyal Sensor .....	91
4.6.4	Analisis Sensitivitas, Linearitas, dan LOD.....	91
<b>BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>94</b>
5.1	Mekanisme Pembentukan dan Karakterisasi Nanopartikel Magnetik Pelabel.....	94
5.1.1	Mekanisme Pembentukan <i>Green-Synthesized</i> Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .....	94
5.1.2	Mekanisme Pembentukan Nanopartikel Magnetik Pelabel <i>Green-Synthesized</i> Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> /PEG dan imobilisasi enzim <i>α-amylase</i> .....	96
5.2	Karakterisasi nanopartikel magnetik Pelabel.....	98
5.2.1	Karakterisasi nanopartikel magnetik <i>green-synthesized</i> Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .....	98
5.2.2	Karakterisasi nanopartikel magnetik <i>green-synthesized</i> Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> /PEG .....	103
5.3	Pengujian Sistem Sensor Berbasis <i>Chip</i> GMR Komersial .....	105
5.4	Deteksi Konsentrasi NPM pelabel GS-Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> menggunakan konfigurasi <i>single chip</i> sensor AAL024-OA.....	108
5.5	Mekanisme deteksi NPM pada <i>chip</i> GMR AAL024 .....	112
5.6	Deteksi Konsentrasi NPM pelabel GS-Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> menggunakan konfigurasi <i>double chip</i> sensor AAL024 .....	113
5.7	Deteksi Konsentrasi Biomolekul menggunakan konfigurasi <i>single chip</i> sensor AAL024-OA .....	117
5.7.1	Deteksi konsentrasi Streptavidin .....	117
5.7.2	Deteksi konsentrasi enzim <i>α-amylase</i> .....	118
5.8	Deteksi konsentrasi <i>α-Amylase</i> terlabel Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> /PEG menggunakan konfigurasi <i>double chip</i> sensor AAL024-OA .....	120
5.9	Perbandingan performa sensor dengan konfigurasi <i>single</i> dan <i>double chip</i> dalam mendeteksi NPM dan Biomolekul .....	124
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>		<b>126</b>
6.1	Kesimpulan .....	126
6.2	Saran .....	127

<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>128</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>139</b>