



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	<b>ii</b>
<b>PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN</b>	<b>iv</b>
<b>PRAKATA</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b>	<b>x</b>
<b>INTISARI</b>	<b>xi</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
I.1    Latar Belakang	1
I.2    Tujuan Penelitian	3
I.3    Manfaat Penelitian	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN PERUMUSAN HIPOTESIS</b>	<b>4</b>
II.1    Tinjauan Pustaka	4
II.1.1    Grafena oksida (GO)	4
II.1.2    Seng oksida (ZnO)	6
II.1.3    Eugenol	8
II.1.4    Bakteri <i>Eschericia coli</i> ( <i>E. coli</i> )	9
II.1.5    Kajian optimasi geometri	10
II.1.6    Penambatan molekul	12
II.2    Perumusan Hipotesis dan Rancangan Penelitian	13
II.2.1    Perumusan hipotesis 1	13
II.2.2    Perumusan hipotesis 2	13
II.2.3    Perumusan hipotesis 3	14
II.2.4    Rancangan penelitian	14
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	<b>16</b>
III.1    Alat Penelitian	16
III.2    Bahan	16
III.3    Perangkat Komputasi	16
III.4    Prosedur Penelitian	17
III.4.1    Sintesis    GO,    ZnO,    GO/ZnO,    ZnO/Eugenol, GO/ZnO/Eugenol	17

III.4.2 Pengujian antibakteri	18
III.4.3 Analisis penambatan molekul	21
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>24</b>
IV.1 Karakterisasi Material GO, ZnO, ZnO/Eugenol, GO/ZnO, dan GO/ZnO/Eugenol	25
IV.1.1 Analisis XRD	25
IV.1.2 Analisis FTIR	29
IV.1.3 Analisis UV-Vis	32
IV.1.4 Analisis Raman	35
IV.1.5 Analisis SEM	37
IV.1.6 Analisis TEM	42
IV.2 Pengujian Aktivitas Antibakteri	44
IV.2.1 Pengujian zona hambat	44
IV.2.2 Pengujian <i>minimum inhibitory concentration</i> (MIC)	46
IV.3 Evaluasi Interaksi Ligan dengan Protein Membran dan DNA Girase B <i>E. coli</i> Menggunakan Penambatan Molekul	48
IV.3.1 Optimasi geometri	48
IV.3.2 Validasi metode penambatan	50
IV.3.3 Penambatan ligan uji	52
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>56</b>
V.1 Kesimpulan	56
V.2 Saran	56
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>57</b>
<b>LAMPIRAN</b>	<b>63</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1	Skema dan reaksi oksidasi grafit dalam pembentukan GO	5
Gambar II.2	(a) Struktur DNA girase dan (b) struktur membrane bakteri	9
Gambar II.3	(a) Struktur kluster (ZnO) <sub>3</sub> dan (b) Adsorpsi dan ikatan ZnO terhadap GO pada gugus karboksilat	11
Gambar IV.1	Difraktogram material (a) grafit dan (b) GO	26
Gambar IV.2	Difraktogram material (a) ZnO dan (b) ZnO/eugenol	27
Gambar IV.3	Difraktogram material (a) GO, (b) ZnO dan (c) GO/ZnO	28
Gambar IV.4	Difraktogram material (a) GO, (b) ZnO/eugenol dan (c) GO/ZnO/eugenol	29
Gambar IV.5	Spektra IR material (a) GO, (b) ZnO dan (c) GO/ZnO	30
Gambar IV.6	Spektra IR material (a) GO, (b) ZnO/eugenol, dan (c) GO/ZnO/eugenol	31
Gambar IV.7	Spektrum UV-Vis material GO	33
Gambar IV.8	Spektra UV-Vis material GO, ZnO, dan GO/ZnO	34
Gambar IV.9	Spektra UV-Vis material GO, ZnO/eugenol, dan GO/ZnO/eugenol	35
Gambar IV.10	Spektra Raman (a) GO, (b) GO/ZnO, (c) GO/ZnO/eugenol	36
Gambar IV.11	Citra SEM GO dengan (a) perbesaran 1000 kali dan (b) 10.000 kali	37
Gambar IV.12	Spektrum EDX GO	38
Gambar IV.13	Citra SEM (a) ZnO dan (b) ZnO/eugenol	39
Gambar IV.14	Spektra EDX (a) ZnO dan (b) ZnO/eugenol	39
Gambar IV.15	Citra SEM (a) GO/ZnO dan (b) GO/ZnO/eugenol	40
Gambar IV.16	Spektra EDX (a) GO/ZnO dan (b) GO/ZnO/eugenol	41
Gambar IV.17	Citra SEM-EDX <i>mapping</i> (a) permukaan material GO/ZnO/eugenol, (b) persebaran unsur C, (c) persebaran unsur O, dan (d) persebaran unsur Z	42
Gambar IV.18	Citra TEM material GO pada skala (a) 200 nm dan (b) 50 nm	43
Gambar IV.19	Citra TEM material GO/ZnO/eugenol pada skala (a) 200 nm dan (b) 100 nm	43
Gambar IV.20	(a) Distribusi diameter partikel ZnO pada GO/ZnO/eugenol dan (b) Distribusi panjang partikel ZnO pada GO/ZnO/eugenol	44
Gambar IV.21	Zona penghambatan pertumbuhan bakteri <i>E. coli</i> oleh (a) ZnO, eugenol, ZnO/eugenol dan (b) GO, GO/ZnO, GO/ZnO/eugenol	45
Gambar IV.22	Geometri teroptimasi pada ligan GO/ZnO/eugenol	49
Gambar IV.23	Struktur ligan <i>native</i> penambatan ulang (warna kuning) dibandingkan dengan struktur ligan <i>native</i> uji kristalografi sinar-X (warna biru) (a) ligan <i>native</i> OmpW (b) ligan <i>native</i> DNA girase B	50
Gambar IV.24	Interaksi ligan <i>native</i> dengan (a) OmpW dan (b) DNA girase B	51

## DAFTAR TABEL

Tabel IV.1	Komposisi unsur pada permukaan GO	38
Tabel IV.2	Komposisi unsur pada permukaan ZnO	39
Tabel IV.3	Komposisi unsur pada permukaan ZnO/eugenol	40
Tabel IV.4	Komposisi unsur pada permukaan GO/ZnO dan GO/ZnO/eugenol	41
Tabel IV.5	Zona hambat masing-masing material terhadap bakteri <i>E. coli</i>	46
Tabel IV.6	Variasi suspensi material terhadap pertumbuhan bakteri	47
Tabel IV.7	Panjang ikatan antar atom pada ligan GO/ZnO/eugenol	49
Tabel IV.8	Interaksi antara ligan <i>native</i> dengan protein hasil penambatan ulang	52
Tabel IV.9	Interaksi ligan uji dengan protein OmpW	53
Tabel IV.10	Interaksi ligan uji dengan protein DNA girase B	54

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Dokumentasi hasil sintesis material	63
Lampiran 2	Hasil perhitungan ukuran kristal dari data XRD, diameter dan panjang partikel ZnO dari data TEM	64
Lampiran 3	Pengujian antibakteri <i>E. coli</i> metode zona hambat dan MIC	65
Lampiran 4	Pemodelan material sebelum teroptimasi geometri	66
Lampiran 5	Pemodelan material setelah teroptimasi geometri	67
Lampiran 6	Perubahan energi pada optimasi geometri	69
Lampiran 7	Visualisasi hasil penambatan protein OMPW dengan ligan	72
Lampiran 8	Interaksi residu asam amino OMPW dengan ligan	73
Lampiran 9	Visualisasi hasil penambatan protein DNA girase B dengan ligan	74
Lampiran 10	Interaksi residu asam amino DNA girase B dengan ligan	75