

## ABSTRAK

Restorasi gigi merupakan solusi untuk mengembalikan struktur gigi yang hilang akibat karies. Restorasi *direct* yang paling sering digunakan saat ini adalah resin nanokomposit *lightcured*. Tetapi, resin nanokomposit masih memiliki beberapa kekurangan, di antaranya kekerasan yang masih belum menyamai struktur dentin dan email.

Penelitian ini bertujuan mengetahui apakah *graphene oxide* (GO), alotrop karbon yang memiliki sifat mekanis serta biologis yang sangat baik, dapat meningkatkan kekerasan dan mengubah mikrostruktur resin nanokomposit. GO disintesis dengan metode Modified Hummer's, kemudian dicampurkan dengan kadar 0–1wt% ke dalam matriks resin UDMA, TEGDMA, DMA-EMA, dan HEMA; *filler* zirkonia; dengan *coupling agent* kitosan. Polimerisasi dilakukan dengan metode *lightcuring*.

Berdasarkan *Vicker's Hardness Test*, didapatkan kenaikan nilai kekerasan sebesar 19,87% pada kelompok dengan 0,25wt% GO (28,9 VHN) dibandingkan kelompok spesimen tanpa GO. Gambaran mikrostruktur SEM pada spesimen yang mengandung GO memperlihatkan adanya lembaran – lembaran tipis yang mengisi ruang antar *filler* zirkonia. Dispersibilitas GO yang sangat baik juga meningkatkan distribusi stres sehingga meningkatkan sifat mekanis. Namun, penambahan GO sebanyak 0,5-1wt% justru menurunkan kekerasan karena mengganggu polimerisasi *lightcured*.

Simpulan dari penelitian ini adalah *graphene oxide* dapat meningkatkan kekerasan resin nanokomposit dengan kadar optimum 0,25wt% pada metode *lightcuring*, tetapi dibutuhkan penelitian lebih lanjut untuk menambahkan kadar GO tanpa mengganggu proses polimerisasi.

Kata kunci: Nanokomposit, zirkonia, *graphene oxide*, kekerasan, mikrostruktur

## **ABSTRACT**

*Dental restoration is a solution for restoring tooth's defected structure because of caries. Direct restoration material that is commonly used nowadays is lightcured nanocomposite resin. Nevertheless, there are still flaws of nanocomposite resin, one of them is its hardness which is inferior to dentin and enamel structures.*

*The aim of this research was to find out whether graphene oxide (GO), one of carbon allotropes that has excellent mechanical and biological properties, could enhance nanocomposite's hardness and change its microstructure for the better. In this study, GO was synthesized using Modified Hummer's method, and then was mixed (0-1wt%) into resin matrix UDMA, TEGDMA, DMA-EMA, and HEMA; zirconia; and also chitosan as coupling agent. Polymerization of the nanocomposite was done with lightcuring method.*

*According to the Vicker's Hardness Test result, there was 19,87% increase of hardness in nanocomposite which had 0,25wt% of GO (28,9 VHN) to be compared with the group without GO. Microstructure image of nanocomposite with GO showed the presence of thin sheets which filled the space between zirconia fillers. Excellent dispersibility of GO also increased distribution of stress and therefore increased mechanical properties. However, further addition of GO contrarily reduced the hardness by inhibiting lightcured polymerization.*

*The conclusion of this study is that graphene oxide can enhance lightcured nanocomposite resin hardness with optimum percentage of 0,25wt%, yet further research is needed to find a way of adding graphene oxide without disrupting the polymerization.*

*Key words: Nanocomposite, zirconia, graphene oxide, hardness, microstructure*

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....	ii
<b>SURAT PERNYATAAN</b> .....	iii
<b>ABSTRAK</b> .....	iv
<b>ABSTRACT</b> .....	v
<b>PRAKATA</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>DAFTAR GRAFIK</b> .....	xv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	4
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Manfaat Karya Tulis Ilmiah .....	5
1.5 Kerangka Pemikiran dan Hipotesis .....	5
1.6 Metodologi Penelitian .....	9
1.7 Tempat dan Waktu Penelitian .....	10

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

2.1	Karies Gigi dan Restorasi.....	11
2.2	Resin Komposit.....	12
2.3	Matriks Resin .....	14
2.4	<i>Filler</i> .....	15
2.4.1	Zirkonia .....	16
2.4.2	<i>Graphene Oxide</i> .....	17
2.5	<i>Coupling Agent</i> Kitosan .....	18
2.6	Polimerisasi <i>Lightcured</i> .....	19
2.7	Karakterisasi dan Pengujian .....	20
2.7.1	<i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)</i> .....	20
2.7.2	<i>X-Ray Diffraction (XRD)</i> .....	21
2.7.3	Uji Kekerasan <i>Vicker's</i> .....	22
2.7.4	<i>Scanning Electron Microscopy (SEM)</i> .....	23

## **BAB III BAHAN DAN METODE PENELITIAN**

3.1	Alat dan Bahan Penelitian.....	25
3.1.1	Alat dan Bahan Sintesis Zirkonia .....	25
3.1.2	Alat dan Bahan Sintesis <i>Graphene Oxide</i> .....	26
3.1.3	Alat dan Bahan Pembuatan Spesimen .....	27
3.1.4	Alat Uji Karakterisasi, Kekerasan, dan Mikrostruktur .....	28
3.2	Metode Penelitian.....	28

3.2.1 Desain Penelitian .....	29
3.2.2 Variabel Penelitian .....	29
3.2.3 Definisi Operasional Variabel .....	29
3.2.4 Sampel Penelitian .....	30
3.3 Prosedur Penelitian.....	31
3.3.1 Prosedur Sintesis Zirkonia.....	32
3.3.2 Prosedur Sintesis <i>Graphene Oxide</i> .....	33
3.3.3 Prosedur Pembuatan Spesimen.....	35
3.3.4 Prosedur Uji Karakterisasi, Kekerasan dan Mikrostruktur.....	36
3.4 Analisis Data .....	40
3.4.1 Hipotesis Statistik.....	40
3.4.2 Kriteria Uji.....	40
 <b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Hasil Penelitian.....	41
4.1.1 Hasil Uji Karakterisasi <i>Graphene Oxide</i> .....	41
4.1.2 Morfologi Makroskopis Spesimen Nanokomposit.....	44
4.1.3 Hasil Uji Kekerasan Spesimen Nanokomposit.....	45
4.1.4 Hasil Uji Karakterisasi Spesimen Nanokomposit .....	47
4.1.5 Hasil Uji Mikrostruktur Spesimen Nanokomposit .....	50
4.2 Pembahasan Data .....	53

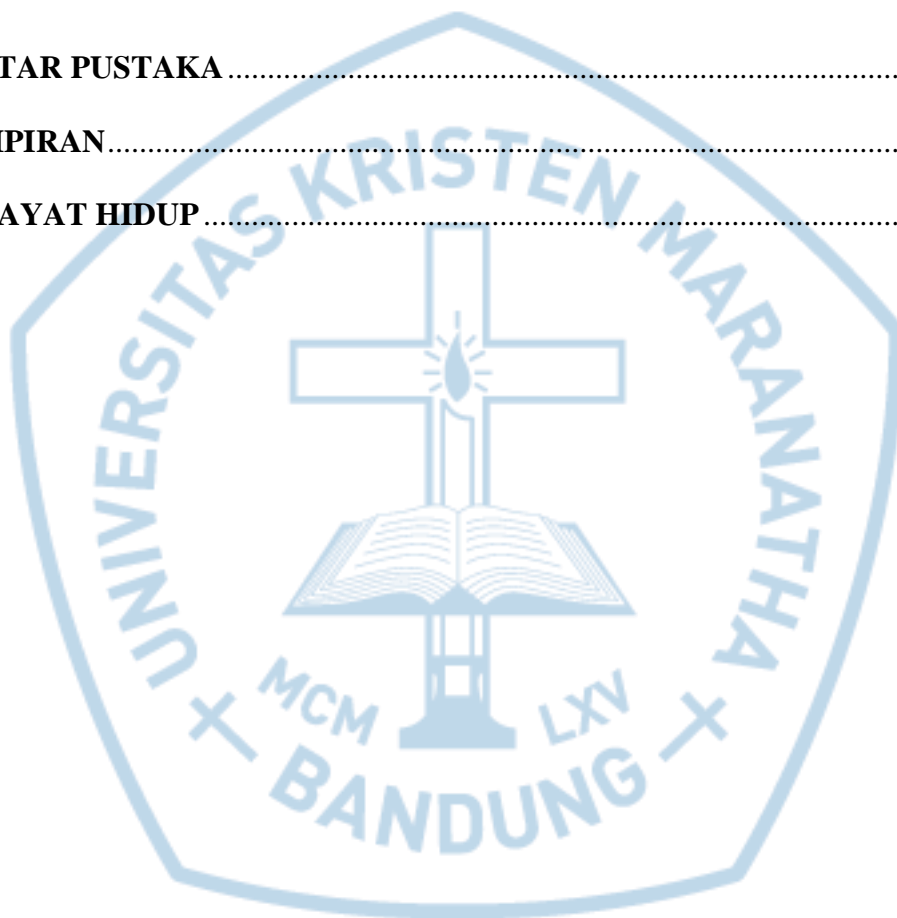
## **BAB V SIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Simpulan.....	67
5.1.1 Simpulan Umum.....	67
5.1.2 Simpulan Khusus.....	67
5.2 Saran.....	68

<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	69
-----------------------------	----

<b>LAMPIRAN</b> .....	74
-----------------------	----

<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	82
----------------------------	----



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Nilai Kekerasan Struktur Gigi dan Resin Komposit.....	14
Tabel 4.1. Nilai Kekerasan Spesimen Nanokomposit pada Permukaan Atas.....	47
Tabel 4.2. Nilai Kekerasan Spesimen Nanokomposit pada Permukaan Tengah .	47
Tabel 4.3. Hasil Uji <i>Saphiro-Wilk</i> Data Kekerasan Permukan Atas.....	55
Tabel 4.4. Hasil Uji <i>Saphiro-Wilk</i> Data Kekerasan Permukan Tengah .....	56
Tabel 4.5. Hasil Uji <i>One Way</i> ANOVA Data Kekerasan Permukan Atas .....	56
Tabel 4.6. Hasil Uji <i>One Way</i> ANOVA Data Kekerasan Permukan Tengah .....	56



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Gambaran Karies Gigi pada Permukaan Oklusal Molar Pertama ..	1
Gambar 1.2. Skema Struktur <i>Graphene Oxide</i> .....	7
Gambar 2.1. Skema Uji Kekerasan <i>Vicker's</i> .....	23
Gambar 2.2. Skema Komponen Mesin <i>Scanning Electron Microscopy</i> .....	24
Gambar 3.1. Skema Alur Penelitian .....	32
Gambar 4.1. Gambaran Makroskopik Spesimen Nanokomposit .....	45
Gambar 4.2. Spesimen Nanokomposit yang Sudah <i>Dimounting</i> dalam Resin ...	46
Gambar 4.3. Gambaran Mikrostruktur Spesimen Nanokomposit Melalui <i>Scanning Electron Microscopy</i> .....	52
Gambar 4.4. Skema Oksidasi Grafit menjadi <i>Graphene Oxide</i> .....	53
Gambar 4.5. Bubuk <i>Graphene Oxide</i> Hasil Sintesis <i>Modified Hummer's</i> .....	53
Gambar 4.6. Struktur Kimia Matriks Resin, <i>Camphorquinone</i> , Kitosan, dan Zirkonia .....	59
Gambar 4.7. Gambaran Mikrostruktur Kelompok Sampel I.....	61
Gambar 4.8. Gambaran Mikrostruktur Kelompok Sampel II .....	62
Gambar 4.9. Gambaran Mikrostruktur Kelompok Sampel III.....	63
Gambar 4.10. Gambaran Mikrostruktur Kelompok Sampel IV dan V .....	64



## DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1. Spektrum Inframerah Serbuk Grafit dan <i>Graphene Oxide</i> .....	42
Grafik 4.2. Pola <i>X-Ray Diffraction</i> Serbuk <i>Graphene Oxide</i> .....	44
Grafik 4.3. Spektrum Inframerah Spesimen Resin Nanokomposit Berfiller Zirkonia Tanpa <i>Graphene Oxide</i> .....	48
Grafik 4.4. Spektrum Inframerah Spesimen Resin Nanokomposit Berfiller Zirkonia Dengan 0,25wt% <i>Graphene Oxide</i> .....	48
Grafik 4.5. Perbandingan Pola XRD Grafit dan <i>Graphene Oxide</i> .....	54
Grafik 4.6. Perbandingan Kekerasan Spesimen Nanokomposit.....	55



## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Foto Proses Pembuatan dan Pengujian Spesimen Penelitian.....74
- Lampiran 2. Hasil Analisis Statistik .....79

