

## ABSTRAK

### SINTESIS DAN KARAKTERISASI NANOKOMPOSIT DENGAN VARIASI PERBANDINGAN *FILLER Ca-PSZ*, SILIKA *NANOROD*, DAN METAKAOLIN UNTUK APLIKASI GIGI ARTIFISIAL PEMBELAJARAN

Identitas penyusun : Vania Christiani Wiryadi

Nama Pembimbing : Angela Evelyn, drg., M.Kes.

Prof. Dr. Ir. Bambang Sunendar P., M. Eng.

Preparasi gigi untuk mendapatkan restorasi yang baik merupakan prosedur mendasar yang penting dan perlu dilatih dalam kedokteran gigi operatif. Suatu harapan bagi dunia kedokteran gigi Indonesia akan adanya gigi artifisial pembelajaran buatan lokal yang memiliki sifat mekanik yang lebih baik. Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis partikel *calcium-partially stabilized zirconia* (Ca-PSZ), silika *nanorod*, dan metakaolin dengan teknik sol-gel untuk memperoleh *filler* berukuran nano.

Penelitian eksperimental laboratorium ini menggunakan 15 spesimen yang dibagi menjadi 3 kelompok, yaitu nanokomposit dengan perbandingan *filler* Ca-PSZ, silika *nanorod*, dan metakaolin yaitu 60:20:20 (kelompok I), 50:20:30 (kelompok II), dan 40:20:40 (kelompok III). Analisis statistik menggunakan metode ANOVA *one way* yang dilanjutkan dengan *Tukey LSD*.

Hasil uji kekerasan spesimen pada kelompok I dengan nilai kekerasan permukaan atas bernilai 50,7 VHN dan permukaan bawah bernilai 46,6 VHN, kelompok II dengan nilai kekerasan permukaan atas bernilai 39,9 VHN dan permukaan bawah bernilai 20,1 VHN, kelompok III dengan nilai kekerasan permukaan atas bernilai 46,8 VHN dan permukaan bawah bernilai 15,8 VHN. Nilai kekerasan paling tinggi berhasil dicapai oleh kelompok I. Nilai kekerasan tersebut melebihi nilai kekerasan gigi artifisial resin sebesar 39,8 VHN serta telah mendekati nilai kekerasan dentin sebesar 60 VHN. Hasil uji kekerasan menunjukkan peningkatan nilai kekerasan spesimen uji yang berbanding lurus dengan peningkatan persentase jumlah *filler* zirkonia dalam kelompok spesimen.

Kesimpulan penelitian ini adalah nanokomposit Ca-PSZ, silika *nanorod*, dan metakaolin dapat disintesis dengan teknik sol-gel serta memiliki mikrostruktur dan sifat mekanis yang baik untuk digunakan sebagai gigi artifisial pembelajaran.

**Kata kunci :** nanokomposit, *calcium-partially stabilized zirconia*, silika *nanorod*, metakaolin, gigi artifisial pembelajaran, sol-gel

## **ABSTRACT**

### ***SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF NANOCOMPOSITE WITH DIFFERENT FILLER RATIO Ca-PSZ, SILIKA NANOROD, AND METAKAOLIN FOR APPLICATION OF LEARNING PURPOSE ARTIFICIAL TOOTH***

*Author's identity* : Vania Christiani Wiryadi

*Supervisors' name* : Angela Evelyn, drg., M.Kes.

Prof. Dr. Ir. Bambang Sunendar P., M. Eng.

*Tooth preparation to get a good restoration is an important and fundamental procedures that need to practice in operative dentistry. It is expected that learning purpose artificial tooth with better mechanical properties can be made locally. The main object of this research is to synthesize particles of calcium-partially stabilized zirconia (Ca-PSZ), silica nanorod, and metakaolin via sol-gel technique to obtain the nano-sized filler.*

*This experimental laboratory study divided 15 specimens into 3 groups, ie nanocomposite with Ca-PSZ, silica nanorod, and metakaolin filler ratio 60:20:20 (group I), 50:20:30 (group II), and 40:20:40 (group III). Statistical analysis method that used in this experiment was one-way ANOVA followed by Tukey LSD.*

*The result of hardness test of the spesimens in group I is 50.7 VHN on top surface and 46.6 VHN on the bottom surface, group II is 39.9 VHN on top surface and 20.1 VHN on the bottom surface, group III is is 46.8 VHN on top surface and 15.8 VHN on the bottom surface. The highest hardness number was obtained by the first group. Those numbers exceeded the hardness number of learning-purpose resin artificial tooth, which is 39.8 VHN and was close to dentin hardness, which is 60 VHN. Hardness test results showed an increase of hardness that directly proportional to the increase of zirconia in the specimens.*

*The conclusion of this study is Ca-PSZ, silica nanorod, and metakaolin nanocomposite can be synthesized via sol-gel technique and its microstructure and mechanical properties is suitable for learning purpose artificial tooth.*

**Keywords:** *nanocomposite, calcium-partially stabilized zirconia, silica nanorod, metakaolin, learning purpose artificial tooth, sol-gel*

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>SURAT PERNYATAAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTAK .....</b>	<b>iv</b>
<b><i>ABSTRACT</i>.....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR GRAFIK .....</b>	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR DIAGRAM .....</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xviii</b>

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	3
1.3 Maksud dan Tujuan .....	4
1.4 Manfaat Karya Tulis Ilmiah .....	4
1.5 Kerangka pemikiran dan Hipotesis .....	5
1.6 Metode Penelitian.....	9
1.7 Lokasi dan waktu penelitian.....	9

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

2.1 Gigi Artifisial Pembelajaran.....	11
2.2 Nanokomposit .....	12
2.2.1 Komposit.....	13
2.2.2 Nanokomposit.....	16
2.3 <i>Filler</i> .....	17
2.3.1 <i>Calcium – Partially Stabilized Zirconia</i> .....	17
2.3.2 <i>Silika Nanorod</i> .....	19
2.3.3 Metakaolin .....	21
2.4 Matriks.....	21
2.4.1 Sodium Silikat .....	22
2.4.2 Sodium Hidroksida .....	22
2.5 <i>Coupling agent</i> .....	23
2.6 Teknik Sol – Gel.....	24
2.7 Karakterisasi dan Pengujian .....	28
2.7.1 <i>Scanning Electron Microscope</i> .....	27
2.7.2 <i>X-Ray Diffraction</i> .....	32
2.7.3 <i>Vickers Hardness Test</i> .....	33

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

3.1 Alat dan Bahan .....	35
3.1.1 Alat dan Bahan Prosedur Sintesis Partikel <i>Filler</i> .....	35
3.1.2 Alat dan Bahan Prosedur Pembuatan Spesimen .....	38

3.2 Metode Penelitian.....	40
3.2.1 Desain Penelitian .....	40
3.2.2 Variabel Penelitian.....	40
3.2.3 Definisi Operasional Variabel .....	42
3.2.4 Sampel Penelitian .....	44
3.3 Prosedur Penelitian.....	46
3.3.1 Perhitungan Komposisi.....	47
3.3.2 Prosedur Sintesis Partikel Nano Ca-PSZ.....	49
3.3.3 Prosedur Sintesis Partikel Silika Nanorod.....	53
3.3.4 Prosedur Sintesis Partikel Metakaolin.....	56
3.3.5 Prosedur Pembuatan Spesimen.....	56
3.3.6 Karakterisasi <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM).....	58
3.3.7 Karakterisasi <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD) .....	58
3.3.8 Uji Kekerasan <i>Micro Vickers</i> .....	59
3.4 Teknik Analisis Data.....	59
3.4.1 Hipotesis Statistik .....	60
3.4.2 Kriteria Uji.....	60

## **BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

4.1 Hasil Penelitian .....	61
4.1.1 Hasil dan Analisis Karakterisasi Serbuk Nanokomposit.....	61
4.1.2 Hasil dan Analisis Uji Kekerasan.....	66
4.1.3 Analisis Statistik Hasil Uji Kekerasan.....	68

4.1.4 Hasil Karakterisasi Morfologi Mikrostruktur Spesimen .....	71	
4.1.5 Hasil Karakterisasi Mikroanalisis Kimia.....	73	
4.2 Pembahasan.....	75	
 <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>		
5.1 Kesimpulan .....	83	
5.2 Saran.....	83	
 <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>85</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>89</b>
<b>RIWAYAT HIDUP .....</b>		<b>115</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Teknik Karakterisasi Struktur dan Mikrostruktur .....	28
Tabel 3.1 Perbandingan Massa Serbuk <i>Filler</i> dan Matriks.....	57
Tabel 4.1 Analisis <i>Xpowder</i> Ca-PSZ .....	63
Tabel 4.2 Analisis <i>Xpowder</i> Metakaolin.....	65
Tabel 4.3 Hasil Uji Kekerasan Kelompok Kontrol (VHN).....	66
Tabel 4.4 Hasil Uji Kekerasan Spesimen (VHN) .....	67
Tabel 4.5 Rerata Kekerasan Spesimen Permukaan Atas .....	68
Tabel 4.6 Uji Kesamaan Rerata Kekerasan Spesimen Permukaan Atas.....	69
Tabel 4.7 Rerata Kekerasan Spesimen Permukaan Bawah.....	70
Tabel 4.8 Uji Kesamaan Rerata Kekerasan Spesimen Permukaan Bawah.....	70

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Gigi Artifisial Pembelajaran Resin .....	11
Gambar 2.2	Kristalografik dan Suhu Relatif dari Ketiga Fase Zirkonia.....	18
Gambar 2.3	Tinjauan Prosedur Mengenai Teknik Sol - Gel.....	28
Gambar 2.4	Mesin Uji SEM (JSM-6360 LA).....	29
Gambar 2.5	Mekanisme Kerja SEM .....	31
Gambar 2.6	Mesin Uji <i>Micro Vickers Hardness</i> (LECO-Japan-M-400-H1)....	34
Gambar 3.1	Alat Prosedur Sintesis Partikel <i>Filler</i> .....	36
Gambar 3.2	Bahan Prosedur Sintesis Partikel <i>Filler</i> .....	37
Gambar 3.3	Alat Prosedur Pembuatan Spesimen .....	38
Gambar 3.4	Bahan Prosedur Pembuatan Spesimen .....	39
Gambar 4.1	Hasil Karakterisasi SEM Ca-PSZ Perbesaran 20.000x .....	62
Gambar 4.2	Hasil Karakterisasi SEM Silika <i>Nanorod</i> Perbesaran 30.000x ....	64
Gambar 4.3	Kelompok Kontrol dan Spesimen Uji .....	67
Gambar 4.4	Hasil Karakterisasi SEM Spesimen Uji Tiga Kelompok .....	72
Gambar 4.5	Hasil Karakterisasi SEM Kelompok II Perbesaran 1.000x .....	74



## DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Difraktogram Ca-PSZ.....	63
Grafik 4.2 Difraktogram Metakaolin .....	65
Grafik 4.3 Komposisi Unsur Material Kelompok II Pada Permukaan Atas ....	74
Grafik 4.4 Komposisi Unsur Material Kelompok II Pada Permukaan Bawah	75

## DAFTAR DIAGRAM

Diagram 3.1 Skema Alur Penelitian.....	46
Diagram 3.2 Alur Pembuatan Larutan Kitosan 2 % .....	50
Diagram 3.3 Alur Pembuatan Partikel Nano Ca-PSZ.....	52
Diagram 3.4 Alur Pembuatan <i>Template</i> Larutan Kanji 0,5 % .....	53
Diagram 3.5 Alur Pembuatan Silika <i>Nanorod</i> .....	55
Diagram 3.6 Alur Pembuatan Metakaolin .....	56
Diagram 4.1 Hasil Rerata Nilai Kekerasan Tiga Kelompok Perlakuan.....	68

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Daftar Terminologi yang Digunakan Dalam Penelitian .....	89
Lampiran 2 Analisis Statistik .....	92
Lampiran 3 Hasil SEM Serbuk .....	96
Lampiran 4 Hasil XRD dan Analisis <i>Xpowder</i> Serbuk.....	98
Lampiran 5 Hasil Uji Kekerasan ( <i>micro-Vickers</i> ) .....	102
Lampiran 6 Hasil SEM Spesimen .....	106
Lampiran 7 Hasil SEM-EDS Spesimen .....	112
Lampiran 8 Surat Izin Penelitian.....	114