

ABSTRAK

Polymethylmethacrylate (PMMA) merupakan salah satu resin yang banyak digunakan sebagai mahkota sementara, karena memiliki stabilitas warna, kemampuan poles, dan estetik yang baik, namun sifat mekaniknya lebih rendah dari resin komposit. Kelemahan ini dapat diatasi dengan penambahan bahan pengisi.

Penelitian ini bertujuan membuat nanokomposit dengan matriks PMMA yang ditambahkan bahan pengisi selulosa nanokristalin (CNC) dan silika *nanosphere*. Penelitian ini bersifat eksperimental laboratorium, dimana terdapat empat kelompok uji dengan tiga repetisi. Bahan pengisi CNC disintesis dengan hidrolisis asam kuat, dan silika *nanosphere* dengan *sol-gel*. Hasil sintesis kemudian dikarakterisasi dengan *Transmission Electron Microscope* (TEM), *Scanning Electron Microscope* (SEM), dan *X Ray Diffraction* (XRD) dengan perangkat lunak *xpolder*. Pengujian sifat mekanik yang dilakukan, yaitu kekuatan tarik diametral (DTS) dan kekerasan. Analisis dilakukan dengan ANAVA satu arah dilanjutkan dengan Tukey HSD, dengan kemaknaan $p < 0.05$.

Hasil TEM CNC menunjukkan mayoritas morfologi berbentuk bulat (20-112 nm). Hasil SEM silika *nanosphere* menunjukkan morfologi berbentuk bulat (86-119 nm). Hasil XRD CNC menunjukkan CNC berada pada fasa kristal dengan ukuran kristal 2 nm. Hasil XRD silika *nanosphere* menunjukkan silika yang berada pada fasa amorf namun juga memiliki fasa kristal dengan ukuran kristal 3 nm. Hasil uji DTS memperlihatkan kekuatan tertinggi terdapat pada kelompok kontrol (42,626 MPa). Kekerasan tertinggi didapati pada kelompok dengan penambahan silika *nanosphere* terbanyak (16,94 VHN).

Kesimpulan penelitian ini adalah penambahan bahan pengisi CNC dan silika *nanosphere* dapat meningkatkan kekerasan resin PMMA *heatcured* sebesar 21,6% (kelompok II), namun belum dapat meningkatkan kekuatan tarik diametral resin PMMA.

Kata Kunci : *polymethylmethacrylate*, PMMA, selulosa nanokristalin, silika *nanosphere*, kekuatan tarik diametral, kekerasan

ABSTRACT

Polymethylmethacrylate (PMMA) is one of the resins that are widely used as a temporary crown because it has good color stability, polish capability, and aesthetics, however the mechanical properties is lower than resin composite which can be overridden by the addition of fillers.

This study aims to make a nanocomposite with PMMA matrix, which added cellulose nanocrystalline (CNC), and silica nanosphere which conducted by experimental laboratory, with four test groups and three repetitions. CNC synthesized by strong acid hydrolysis, while silica nanosphere was synthesized by sol-gel method. Results characterized by Transmission Electron Microscope (TEM), Scanning Electron Microscope (SEM), and X Ray Diffraction (XRD) with software xpowder. Diametral tensile strength (DTS) and hardness then measured. The analysis is performed by one-way ANOVA followed by Tukey HSD, with significance $p < 0.05$.

TEM images showed spherical morphology of CNC (20-112 nm). SEM images demonstrated spherical morphology of silica (86-119 nm). The XRD results indicated that CNC are in a crystal phase with a crystal size 2 nm, and exhibited an amorphous phase of silica, but also has a crystal phase with a crystal size 3 nm. The test results of DTS showed the highest strength is in the control group (42.626 MPa). The highest hardness was found in the group with the most addition of silica nanosphere (16.94 VHN).

To conclude, addition of CNC and silica nanosphere increase the hardness of PMMA heat cured resin of 21.6% (group II), but has not been able to increase the tensile strength of PMMA resin.

Keyword : *polymethylmethacrylate, PMMA, cellulose nanocrystalline, silica nanosphere, diametral tensile strength, hardness*

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
SURAT PERNYATAAN	iii
LEMBAR PERSETUJUAN PERBAIKAN (REVISI).....	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR DIAGRAM	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah.....	4
1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian.....	5
1.4. Manfaat Penelitian	5
1.4.1 Manfaat Ilmiah.....	6
1.4.2 Manfaat Praktis	6
1.5. Hipotesis	6
1.6. Kerangka Pemikiran.....	7
1.7. Metodologi Penelitian.....	11
1.8. Lokasi dan Penelitian.....	11

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Bahan Restorasi	12
2.2. Nanokomposit	15
2.3. <i>Polymethylmethacrylate</i>	16
2.4. Bahan Pengisi.....	18
2.4.1. Selulosa Nanokristalin.....	20
2.4.1.1. <i>Palm Kernel Cake</i>	23
2.4.2. Silika <i>Nanosphere</i>	23
2.5. Teknik <i>Sol-Gel</i>	25
2.6. Karakterisasi Struktur dan Mikrostruktur	27
2.6.1. Karakterisasi <i>Transmission Electron Microscopy</i>	27
2.6.2. Karakterisasi <i>Scanning Electron Microscopy</i>	27
2.6.3. Karakterisasi <i>X Ray Diffraction</i>	28
2.7. Sifat Mekanik.....	29
2.7.1. Uji Kekuatan Tarik Diametral.....	29
2.7.2. Uji Kekerasan.....	30

BAB III METODE PENELITIAN

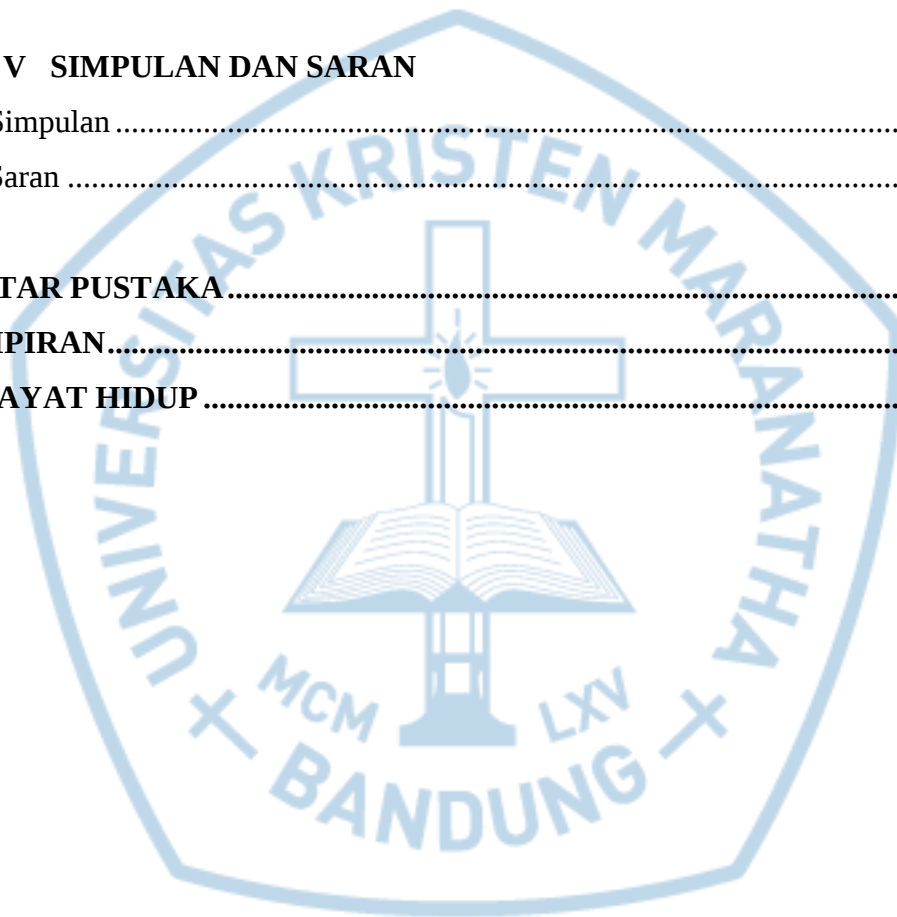
3.1. Alat dan Bahan.....	33
3.1.1. Alat dan Bahan Preparasi Bahan Pengisi	33
3.1.1.1. Alat Preparasi Selulosa Nanokristalin.....	33
3.1.1.2. Bahan Preparasi Selulosa Nanokristalin	35
3.1.1.3. Alat Preparasi Silika <i>Nanosphere</i>	36
3.1.1.4. Bahan Preparasi Silika <i>Nanosphere</i>	37
3.1.2. Alat dan Bahan Pembuatan Spesimen.....	38
3.1.2.1... Alat Pembuatan Spesimen	38
3.1.2.2. Bahan Pembuatan Spesimen	39
3.1.3. Alat Karakterisasi Spesimen	40
3.2. Metode Penelitian	40
3.2.1. Desain Penelitian.....	40
3.2.2. Variabel Penelitian	41

3.2.2.1. Variabel Bebas	41
3.2.2.2. Variabel Terikat	41
3.2.3. Definisi Operasional.....	41
3.2.4. Sampel Penelitian	42
3.3. Prosedur Penelitian	43
3.3.1. Prosedur Pembuatan Selulosa Nanokristalin.....	43
3.3.1.1. Preparasi Serbuk <i>Palm Kernel Cake</i> (PKC)	43
3.3.1.2. Ekstraksi Selulosa dari <i>Palm Kernel Cake</i>	44
3.3.1.3. Isolasi Selulosa Nanokristalin dari Selulosa.....	45
3.3.2. Prosedur Pembuatan Silika <i>Nanosphere</i>	46
3.3.3. Prosedur Pembuatan Spesimen	46
3.3.4. Karakterisasi <i>Transmission Electron Microscope</i>	47
3.3.5. Karakterisasi <i>Scanning Electron Microscope</i>	48
3.3.6. Karakterisasi <i>X-Ray Diffraction</i>	48
3.3.7. Uji Kekuatan Tarik Diametral.....	49
3.3.8. Uji Kekerasan.....	49
3.4. Metode Analisis	50
3.4.1. Analisis Data	50
3.4.2. Hipotesis Statistik.....	50
3.4.3. Kriteria Uji	50
3.5. Alur Penelitian	51

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian	52
4.1.1. Hasil dan Analisis Karakterisasi Serbuk Bahan Pengisi	52
4.1.1.1. Hasil Karakterisasi <i>Transmission Electron Microscope</i> (TEM) Selulosa Nanokristalin	53
4.1.1.2. Hasil Karakterisasi <i>Scanning Electro Microscope</i> (SEM) Silika <i>Nanosphere</i>	54
4.1.1.3. Hasil Karakterisasi <i>X Ray Diffraction</i> (XRD).....	55

4.1.1.3.1. Hasil Karakterisai XRD Selulosa Nanokristalin.....	55
4.1.1.3.2. Hasil Karakterisai XRD Silika <i>Nanosphere</i>	56
4.1.2. Hasil dan Analisis Uji Kekuatan Tarik Diametral (DTS).....	57
4.1.3. Hasil dan Analisis Uji Kekerasan <i>MicroVickers</i>	61
4.1.4. Hasil Karakterisasi <i>Scanning Electron Microscope</i> Spesimen....	65
4.2. Pembahasan.....	68
 BAB V SIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Simpulan	76
5.2. Saran	76
DAFTAR PUSTAKA	78
LAMPIRAN	83
RIWAYAT HIDUP	106



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Hasil Uji Kekuatan Tarik Diametral.....	57
Tabel 4.2 Rerata Kekuatan Tarik Diametral Spesimen dengan Empat Perlakuan.....	58
Tabel 4.3 Hasil Tes Normalitas Data Kekuatan Tarik Diametral.....	59
Tabel 4.4 Hasil Tes Homogenitas Data Kekuatan Tarik Diametral	59
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Statistik Menggunakan Uji ANAVA satu arah Data Kekuatan Tarik Diametral	60
Tabel 4.6 Hasil Uji Tukey <i>HSD</i> Kekuatan Tarik Diametral.....	60
Tabel 4.7 Hasil Uji Kekerasan Spesimen (VHN).....	61
Tabel 4.8 Rerata Kekerasan dengan Empat Perlakuan.....	63
Tabel 4.9 Hasil Tes Normalitas Data Kekerasan.....	63
Tabel 4.10 Hasil Tes Homogenitas Data Kekerasan	63
Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Statistik Menggunakan Uji ANAVA satu arah Data Kekerasan	64
Tabel 4.12 Hasil Uji Tukey <i>HSD</i> Kekerasan.....	65

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Strktur Kimia Selulosa	20
Gambar 2.2 Bagian Kristalin dan Amorf Selulosa	21
Gambar 2.3 Selulosa Nanokristalin Setelah Hidrolisis dengan Asam	22
Gambar 2.4 Sintesis Silika Nanopartikel dengan Teknik <i>Sol-Gel</i>	26
Gambar 2.5 Skema Kerja XRD	28
Gambar 2.6 Uji Tarik Diametral	30
Gambar 3.1 Alat Preparasi Selulosa Nanokristalin	35
Gambar 3.2 Bahan Preparasi Selulosa Nanokristalin.....	36
Gambar 3.3 Alat Preparasi Silika <i>Nanosphere</i>	37
Gambar 3.4 Bahan Preparasi Silika <i>Nanosphere</i>	38
Gambar 3.5 Alat Pembuatan Spesimen.....	39
Gambar 3.6 Bahan Pembuatan Spesimen.....	40
Gambar 3.7 Preparasi Serbuk PKC	44
Gambar 3.8 Prosedur Ekstraksi Selulosa dari PKC	44
Gambar 3.9 Prosedur Isolasi Selulosa Nanokristalin dari Selulosa	45
Gambar 3.10 (a) Pemendaman Lilin Dalam Kuvet, (b) Spesimen Tiap Kelompok.....	47
Gambar 3.11 Mesin TEM Hitachi HT7700.....	47
Gambar 3.12 Mesin SEM Hitachi SU3500	48
Gambar 3.13 <i>Universal Testing Machine Llyod-Single Column Bench Mounted</i>	49

Gambar 4.1	Hasil Karakterisasi TEM Serbuk Selulosa Nanokristalin, (A) dan (B) berbentuk <i>sphere</i> , (C) dan (D) berbentuk <i>fiber</i>	53
Gambar 4.2	Hasil Karakterisasi SEM Silika <i>Nanosphere</i>	54
Gambar 4.3	Difraktogram Serbuk Selulosa Nanokristalin.....	55
Gambar 4.4	Difraktogram Serbuk Silika <i>Nanosphere</i>	56
Gambar 4.5	Diagram Batang Hasil Uji Kekuatan Tarik Diametral	58
Gambar 4.6	Diagram Batang Hasil Uji Kekerasan	62
Gambar 4.7	Hasil Karakterisasi SEM Kelompok I Perbesaran 50x dan 2000x.....	66
Gambar 4.8	Hasil Karakterisasi SEM Kelompok II Perbesaran 50x dan 2000x.....	66
Gambar 4.9	Hasil Karakterisasi SEM Kelompok III Perbesaran 50x dan 2000x.....	67
Gambar 4.10	Hasil Karakterisasi SEM Kelompok IV Perbesaran 50x dan 2000x.....	68

DAFTAR DIAGRAM

	Halaman
Diagram 3.1 Alur Penelitian.....	51



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
LAMPIRAN 1 SURAT IZIN PENELITIAN	83
LAMPIRAN 2 HASIL KARAKTERISASI TEM SERBUK SELULOSA NANOKRISTALIN.....	84
LAMPIRAN 3 HASIL KARAKTERISASI SEM SERBUK SILIKA NANOSPHERE	87
LAMPIRAN 4 HASIL KARAKTERISASI XRD SERBUK SELULOSA NANOKRISTALIN.....	88
LAMPIRAN 5 HASIL KARAKTERISASI XRD SERBUK SILIKA NANOSPHERE	89
LAMPIRAN 6 HASIL UJI KEKUATAN TARIK DIAMETRAL.....	90
LAMPIRAN 7 HASIL UJI KEKERASAN MIKROVICKERS.....	94
LAMPIRAN 8 ANALISIS STATISTIK KEKUATAN TARIK DIAMETRAL	96
LAMPIRAN 9 HASIL ANALISIS STATISTIK UJI KEKERASAN (MIKROVICKERS).....	99
LAMPIRAN 10 HASIL KARAKTERISASI SEM KOMPOSIT	102