

ABSTRAK

KARAKTERISTIK SISTEM PENGHANTAR OBAT BERBASIS NANOSELULOSA DENGAN ZAT AKTIF KLOORHEKSIDIN DIGLUKONAT 2% UNTUK PERAWATAN SALURAN AKAR GIGI YANG TERINFEKSI

Perawatan saluran akar seringkali gagal karena adanya *Enterococcus faecalis* yang mampu menginvasi tubuli dentin. Klorheksidin dengan konsentrasi lebih dari 1,8% dapat menyebabkan kematian sel bakteri, agar obat terlindung dan tidak terpengaruh oleh lingkungan digunakan metode enkapsulasi menggunakan nanoselulosa yang disintesis dari *palm kernel cake* (PKC) yang mudah didapatkan di Indonesia.

Pada penelitian ini dilakukan sintesis nanoselulosa dari PKC menggunakan metode hidrolisis asam H_2SO_4 . Nanoselulosa digunakan sebagai *filler* pada mikrokapsul dan sodium alginat sebagai matriks kemudian diisi dengan klorheksidin diglukonat 2%. Pada uji laju pelepasan sampel dibagi menjadi dua kelompok: (A) pada keadaan gigi normal (pH 7,4, suhu 37°C); (B) pada keadaan gigi yang mengalami infeksi (pH 5,5, suhu 37°C); dengan pengulangan masing-masing kelompok sebanyak tiga kali. Analisis statistika dengan *Independent T-test* menggunakan program komputer SPSS.

Hasil TEM menunjukkan nanoselulosa berbentuk *whisker* ($d=20nm$, $p=200-300nm$). Hasil SEM menunjukkan mikrokapsul berbentuk bulat dan lonjong ($d=500nm$, $p=1,2\mu m$). Hasil FTIR menunjukkan pada mikrokapsul terdapat senyawa klorheksidin, nanoselulosa dan sodium alginat. Hasil UV/Vis menunjukkan laju pelepasan klorheksidin diglukonat 2% pada kelompok A memiliki nilai tertinggi 0,431 (menit 120), sedangkan pada kelompok B memiliki nilai tertinggi 1,783 (menit 90). Analisis statistik menggunakan *Independent T-test* menunjukkan nilai p: 0,03 (menit 30), 0,01 (menit 60), 0,01 (menit 90) dan 0,01 (menit 120).

Kesimpulan pada penelitian ini adalah adanya pengaruh yang signifikan pada penggunaan mikrokapsul nanoselulosa sebagai penghantar obat klorheksidin diglukonat 2% terhadap gigi yang mengalami infeksi.

Kata Kunci: Perawatan saluran akar, nanoselulosa, sodium alginat, klorheksidin diglukonat 2%, mikrokapsul

ABSTRACT

CHARACTERISTICS OF NANOCELLULOSE-BASED DRUG CARRIER FILLED WITH CHLORHEXIDINE DIGLUCONATE 2% FOR ROOT CANAL INFECTION

Root canal treatment failures usually caused by Enterococcus faecalis that has abilities to invades dentinal tubules. Chlorhexidine that has more than 1,8% concentration could help eliminates bacteria. Medicament needs to be protected from the environment by encapsulation method using nanocellulose synthesized from palm kernel cake (PKC) that easily found in Indonesia.

This study synthesized nanocellulose from PKC using H₂SO₄ acid hydrolysis method. Microcapsules with nanocellulose as filler and sodium-alginate as matrix filled with chlorhexidine-digluconate 2%. For drug-release test samples divided into two groups: (A) normal tooth environment (pH 7,4, 37°C); (B) infected tooth environment (pH 5,5, 37°C); with three times repetition each. Statistics data analyzed by independent T-test using SPSS computer program.

TEM images show that nanocellulose particles are whisker-shaped ($d=20\text{nm}$, $l=200\text{-}300\text{nm}$). SEM images show that microcapsules are sphere-shaped and oval-shaped ($d=500\text{nm}$, $l=1,2\mu\text{m}$). FTIR result shows that microcapsules contain chlorhexidine, nanocellulose and sodium alginate. UV/Vis result shows that chlorhexidine-digluconate 2% release-rate from microcapsules tested at group A highest number is 0,431 (min.120) and group B highest number is 1,783 (min.90). Statistics data analyzed by independent T-test shows that p-values are: 0,03 (min.30); 0,01 (min.60); 0,01 (min.90); and 0,01 (min.120).

Conclusion from this study is that significant effect using nanocellulose microcapsule as chlorhexidine-digluconate 2% drug carrier found at infected tooth environment.

Keywords: Root canal treatment, nanocellulose, sodium-alginate, chlorhexidine-digluconate 2%, microcapsule

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
SURAT PERNYATAAN	iii
LEMBAR PERSETUJUAN PERBAIKAN (REVISI)	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
PRAKATA	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.4.1 Manfaat Ilmiah	5
1.4.2 Manfaat Praktis	5
1.5 Kerangka Pemikiran dan Hipotesis	5
1.6 Metode Penelitian	11
1.7 Lokasi dan Waktu Penelitian	11

BAB II TINJAUAN PUSTAKA	13
2.1 Perawatan Saluran Akar	13
2.2 Kegagalan Perawatan Saluran Akar	15
2.3 <i>Enterococcus Faecalis</i>	16
2.4 Klorheksidin Diglukonat 2%.....	18
2.5 Sistem Penghantar Obat	19
2.6 Nanoselulosa	20
2.7 Sodium Alginat	23
2.8 <i>Transmission Electron Microscope</i> (TEM)	24
2.9 <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM)	25
2.10 UV/Vis <i>Spectroscopy</i>	27
2.11 <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR) <i>Spectrophotometry</i>	27
BAB III BAHAN DAN METODE PENELITIAN	29
3.1 Alat dan Bahan	29
3.1.1 Alat dan Bahan Prosedur Sintesis Selulosa Nanokristalin	29
3.1.1.1 Alat Prosedur Sintesis Selulosa Nanokristalin	29
3.1.1.2 Bahan Prosedur Sintesis Selulosa Nanokristalin	31
3.1.2 Alat dan Bahan Prosedur Pembuatan Sampel Mikrokapsul Klorheksidin Diglukonat 2%	32
3.1.2.1 Alat Prosedur Pembuatan Sampel	32
3.1.2.2 Bahan Prosedur Pembuatan Sampel	33
3.1.3 Alat dan Bahan Karakterisasi Sampel	34
3.1.3.1 Alat Karakterisasi Sampel	34
3.1.3.2 Bahan Karakterisasi Sampel	34

3.2 Metode Penelitian	35
3.2.1 Desain Penelitian	35
3.2.2 Variabel Penelitian	35
3.2.2.1 Variabel Bebas	35
3.2.2.2 Variabel Terikat	36
3.2.3 Definisi Operasional	36
3.2.4 Sampel Penelitian	38
3.3 Prosedur Penelitian	38
3.3.1 Pembuatan Selulosa Nanokristalin	39
3.3.1.1 Preparasi Serbuk <i>Palm Kernel Cake</i> (PKC)	39
3.3.1.2 Ekstraksi Selulosa dari <i>Palm Kernel Cake</i>	39
3.3.1.3 Isolasi Selulosa Nanokristalin dari Selulosa	41
3.3.2 Karakterisasi <i>Transmission Electron Microscope</i> (TEM)	42
3.3.3 Pembuatan Sampel Mikrokapsul	42
3.3.4 Karakterisasi <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM)	43
3.3.5 <i>Drug Loading</i> Klorheksidin Diglukonat 2%	44
3.3.6 Karakterisasi <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR) <i>Spectrophotometry</i>	46
3.3.7 Laju Pelepasan Klorheksidin Diglukonat 2% dari Mikrokapsul ...	46
3.3.8 Karakterisasi UV/Vis <i>Spectroscopy</i>	48
3.4 Metode Analisis	49
3.4.1 Analisis Data	49
3.4.2 Hipotesis Statistik	49
3.4.3 Kriteria Uji	49

3.4.4 Alur Penelitian	50
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	51
4.1 Hasil Penelitian	51
4.1.1 Hasil Karakterisasi TEM Selulosa Nanokristalin	51
4.1.2 Hasil Karakterisasi SEM Mikro kapsul Kosong	52
4.1.3 Hasil Karakterisasi FTIR <i>Spectrophotometry</i> Mikro kapsul berisi Klorheksidin Diglukonat 2%	53
4.1.4 Hasil dan Analisis Karakterisasi UV/Vis <i>Spectroscopy</i> Mikro kapsul berisi Klorheksidin Diglukonat 2%	54
4.1.4.1 Hasil Karakterisasi UV/Vis <i>Spectroscopy</i>	54
4.1.4.2 Analisis Statistik Hasil Karakterisasi UV/Vis <i>Spectroscopy</i>	55
4.2 Pembahasan	57
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	61
5.1 Kesimpulan	61
5.1.1 Kesimpulan Umum	61
5.1.2 Kesimpulan Khusus	62
5.2 Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN	69
RIWAYAT HIDUP	84

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Tabel 4.1 Hasil Karakterisasi FTIR Mikrokapsul Berisi Klorheksidin Diglukonat 2%	54
Tabel 4.2	Tabel 4.2 Hasil Akhir Analisis Statistik dengan menggunakan <i>Independent T-test</i>	56



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Prosedur Perawatan Saluran Akar ³²	14
Gambar 2.2	Kegagalan Perawatan Saluran Akar yang Ditandai dengan Ditemukannya <i>Enterococcus Faecalis</i> pada Tubulus Dentin ¹⁸	16
Gambar 2.3	<i>Enterococcus Faecalis</i> ¹⁴	17
Gambar 2.4	Struktur Kimia Klorheksidin Diglukonat ³⁹	19
Gambar 2.5	Perbedaan Mikrosfer dan Mikrokapsul ⁴³	20
Gambar 2.6	<i>Palm Kernel Cake</i> ⁴⁶	21
Gambar 2.7	Struktur Kimia dan Ikatan Hidrogen Selulosa ¹⁰	22
Gambar 2.8	Struktur Kimia Sodium Alginat ⁵⁰	24
Gambar 2.9	Prinsip Kerja <i>Transmission Electron Microscope</i> ⁵²	25
Gambar 2.10	Prinsip Kerja <i>Scanning Electron Microscope</i> ⁵²	26
Gambar 2.11	Prinsip Kerja <i>UV/Vis Spectroscopy</i> ⁵⁵	27
Gambar 2.12	Prinsip Kerja <i>Fourier Transform Infrared (FTIR) Spectrophotometry</i> ⁵⁷	28
Gambar 3.1	Alat Prosedur Sintesis Selulosa Nanokristalin	30
Gambar 3.2	Bahan Prosedur Sintesis Selulosa Nanokristalin	31
Gambar 3.3	Alat Prosedur Pembuatan Sampel	33
Gambar 3.4	Bahan Prosedur Pembuatan Sampel	34
Gambar 3.5	Preparasi Serbuk <i>Palm Kernel Cake</i> (PKC)	39
Gambar 3.6	Ekstraksi Selulosa dari <i>Palm Kernel Cake</i>	40
Gambar 3.7	Isolasi Selulosa Nanokristalin dari Selulosa	41

Gambar 3.8	Mesin Karakterisasi TEM HT7700 di Pusat Penelitian Nanosains dan Nanoteknologi ITB	42
Gambar 3.9	Pembuatan Sampel Mikrokapsul	43
Gambar 3.10	Mesin Karakterisasi SEM SU3500 di Pusat Penelitian Nanosains dan Nanoteknologi ITB	44
Gambar 3.11	<i>Drug Loading</i> Klorheksidin Diglukonat 2%	45
Gambar 3.12	Mesin Karakterisasi FTIR Prestige 21 Shimadzu di Laboratorium Analitik Program Studi Kimia ITB	46
Gambar 3.13	Laju Pelepasan Klorheksidin Diglukonat 2% dari Mikrokapsul	47
Gambar 3.14	Mesin Karakterisasi UV/Vis UVmini-1240 di FMIPA UPI Bandung	48
Gambar 3.15	Alur Penelitian	50
Gambar 4.1	Hasil Karakterisasi TEM Selulosa Nanokristalin	52
Gambar 4.2	Hasil Karakterisasi SEM Mikrokapsul	52
Gambar 4.3	Kurva Hasil Karakterisasi FTIR Mikrokapsul Berisi Klorheksidin Diglukonat 2%	53
Gambar 4.4	Grafik Hasil Uji Laju Pelepasan pada pH 7,4 dan Suhu 37°C	55
Gambar 4.5	Grafik Hasil Uji Laju Pelepasan pada pH 5,5 dan Suhu 37°C	55
Gambar 4.6	Grafik Perbandingan Rata-Rata Absorban Hasil Uji Laju Pelepasan pada pH 7,4 Suhu 37°C dan pH 5,5 Suhu 37°C	56

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Hasil Karakterisasi TEM Selulosa Nanokristalin dari <i>Palm Kernel Cake</i>	69
Lampiran 2	Hasil Karakterisasi SEM Mikro kapsul Kosong	72
Lampiran 3	Hasil Karakterisasi FTIR Mikro kapsul Berisi Klorheksidin Diglukonat 2%	75
Lampiran 4	Hasil Karakterisasi UV/Vis – λ Maksimal Klorheksidin Diglukonat 2%	76
Lampiran 5	Hasil Karakterisasi UV/Vis – Laju Pelepasan pada PBS pH 7,4 Suhu 37° C	77
Lampiran 6	Hasil Karakterisasi UV/Vis – Laju Pelepasan pada HCl pH 5,5 Suhu 37° C	78
Lampiran 7	Hasil Analisis Statistik <i>Independent T-test</i> PBS (pH 7,4 Suhu 37° C) dan HCl (pH 5,5 Suhu 37° C) pada Menit ke-30	79
Lampiran 8	Hasil Analisis Statistik <i>Independent T-test</i> PBS (pH 7,4 Suhu 37° C) dan (HCl pH 5,5 Suhu 37° C) pada Menit ke-60	80
Lampiran 9	Hasil Analisis Statistik <i>Independent T-test</i> PBS (pH 7,4 Suhu 37° C) dan (HCl pH 5,5 Suhu 37° C) pada Menit ke-90	81
Lampiran 10	Hasil Analisis Statistik <i>Independent T-test</i> PBS (pH 7,4 Suhu 37° C) dan (HCl pH 5,5 Suhu 37° C) pada Menit ke-120	82
Lampiran 11	Surat Keterangan Telah Selesai Melakukan Penelitian	83