

**POTENSI SERAT SELULOSA SABUT KELAPA
(*Cocos Nucifera L.*) SEBAGAI *FILLER* RESIN
KOMPOSIT BIS-GMA *LOW VISCIOUS* UNTUK BASIS
PADA RESTORASI GIGI POSTERIOR**

DISERTASI



Oleh :

**TWI AGNITA CEVANTI
NIM : 021910173002**

**PROGRAM STUDI DOKTOR ILMU KEDOKTERAN GIGI
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2022**

**POTENSI SERAT SELULOSA SABUT KELAPA
(*Cocos Nucifera L.*) SEBAGAI *FILLER* RESIN
KOMPOSIT BIS-GMA *LOW VISCIOUS* UNTUK BASIS
PADA RESTORASI GIGI POSTERIOR**

DISERTASI



Oleh :

**TWI AGNITA CEVANTI
NIM : 021910173002**

**PROGRAM STUDI DOKTOR ILMU KEDOKTERAN GIGI
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2022**

**POTENSI SERAT SELULOSA SABUT KELAPA
(*Cocos Nucifera L.*) SEBAGAI *FILLER* RESIN
KOMPOSIT BIS-GMA *LOW VISCOSUS* UNTUK BASIS
PADA RESTORASI GIGI POSTERIOR**

DISERTASI



Oleh :

**TWI AGNITA CEVANTI
NIM : 021910173002**

**PROGRAM STUDI DOKTOR ILMU KEDOKTERAN GIGI
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

**POTENSI SERAT SABUT KELAPA (*Cocos Nucifera L.*)
SEBAGAI *FILLER* RESIN KOMPOSIT BisGMA *LOW*
VISCOUS UNTUK BASIS PADA RESTORASI GIGI
POSTERIOR**

DISERTASI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan
Pendidikan Program Doktor Ilmu Kedokteran Gigi
Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga Surabaya**

Oleh :

Twī Agnita Cevanti

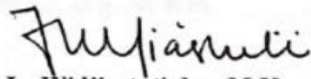
NIM : 021910173002

Menyetujui :

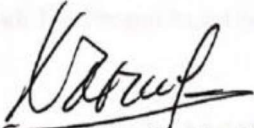
Promotor

ko-Promotor


Prof. Dr. Adioro S., drg., M.Kes., SpKG(K)
NIP. 195108101978021002


Prof. Dr. Ira Widjiastuti, drg., M.Kes., Sp.KG.(K)
NIP. 196305141988032002

**Koordinator Program Studi
Doktor Ilmu Kedokteran Gigi**


Prof. Dr. Ida Bagus Narmada, drg., Sp.Ort.(K)
NIP. 195601071981031003

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini saya :

Nama : TWI AGNITA CEVANTI , dry. SPK6

NIM : 021910173002

Program Studi : S3 ILMU KEPERAWATAN GIGI

Alamat / No. Telp : Jl. Delta Raya Selatan no.37A Deltasari Baru Wan Adoarjo
081259424501

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Disertasi saya ini adalah asli dan benar-benar hasil karya sendiri, dan bukan hasil karya orang lain dengan mengatas namakan saya, serta bukan merupakan hasil peniruan atau penjiplakan (plagiatism) dari hasil karya orang lain. Disertasi belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik baik di Universitas Airlangga, maupun di Perguruan Tinggi lainnya;
2. Dalam Disertasi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar kepustakaan;
3. Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya, dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pemyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh. Karena karya tulis Disertasi ini, serta sanksi-sanksi lainnya sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Surabaya, 24-08-2022.

Yang membuat pernyataan,



Nama TWI A.C

NIM. 021910173002

Disertasi ini telah disetujui untuk diuji dan dinilai oleh panitia penguji

Ujian Tahap I Disertasi (Tertutup)

Pada Tanggal 18 Agustus 2022

Panitia Penguji

Ketua : Prof. Dr. A. Retno Pudji Rahayu, drg.,M.Kes.

Anggota : Prof. Dr. Adioro Soetojo, drg., M.Kes., SpKG (K)
Prof. Dr. Ira Widjiastuti, drg., M.Kes., Sp.KG.(K)
Prof. Dr. Sri Kunarti, drg., MS., Sp.KG(K)
Prof. Dr. Anita Yuliati, drg., M.Kes.
Prof. Dr. Ir. Heru Setyawan, M.Eng.
Dr. Taufan Bramantoro, drg., M.Kes.

Ditetapkan dengan surat keputusan
Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga
Tentang Tugas Menjadi Tim Penguji Pada Ujian Disertasi Tertutup

Nomor : 384/UN3.1.2/2022

Tanggal : 16 Agustus 2022

UCAPAN TERIMA KASIH



Alhamdulillah Rabbil 'alamin, segala puji syukur senantiasa saya panjatkan ke hadirat ALLAH SWT yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang, atas segala karunia, berkah dan rahmat yang dilimpahkan-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan proses pendidikan, penelitian dan penyusunan disertasi ini.

Disertasi ini merupakan syarat untuk memperoleh gelar Doktor dalam bidang Ilmu Kedokteran Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi di Universitas Airlangga. Penelitian dan penulisan disertasi ini dilengkapi oleh asupan, arahan, dukungan, dorongan, koreksi serta nasehat dari Promotor, Kopromotor, Tim penguji dan berbagai pihak. Oleh sebab itu, dengan segala kerendahan hati, perkenankan saya menyampaikan rasa terima kasih yang tak terhingga serta penghargaan yang setinggi tingginya Kepada Yang Terhormat:

Rektor Universitas Airlangga, Prof.Dr.Moh.Nasich,SE.,MT.,Ak. yang telah memberikan kesempatan, ijin dan fasilitas yang telah diberikan untuk menempuh dan menyelesaikan pendidikan pada Program Studi Pendidikan Doktor Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga.

Dr.Agung Sosiawan,drg.,M.Kes selaku Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga dan Prof.Dr.R.Darmawan Setijanto,drg.,M.Kes selaku Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga periode 2015-2020. Prof.Dr.Ira Widjiastuti,drg.,M.Kes.,Sp KG (K) selaku Wakil Dekan I dan Prof.Dr.Anita Yulianti,drg.,M.Kes. selaku Wakil Dekan I periode 2015-2020, Dr.Muhammad Lutfi,drg.,M.Kes selaku Wakil Dekan II dan Dr.Agung Sosiawan selaku Wakil Dekan II periode 2015-2020, Andra Rizkiawan,drg.,PHD.,Sp BM selaku Wakil Dekan III dan Prof.Dr.Rini Devijanti Ridwan,drg.,M.Kes. selaku Wakil Dekan III periode 2015-2020 yang telah memberikan kesempatan,dukungan dan fasilitas dalam menempuh dan menyelesaikan pendidikan pada Program Studi Pendidikan Doktor Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga.

Prof. Dr. Adioro Soetojo, drg., Ms., Sp KG (K) sebagai guru, pembimbing akademik, promotor yang selalu memotivasi saya untuk bisa segera menyelesaikan disertasi ini. Terima kasih atas segala bimbingan, arahan, wawasan, pemikiran yang begitu luas, semangat, perhatian, kesabaran, keteladanan dan dukungan selama menempuh pendidikan ini terutama dalam penelitian dan penulisan disertasi ini. Terima kasih yang tak terhingga dan semoga ALLAH SWT memberikan balasan yang lebih baik atas kebaikan beliau.

Prof. Dr. Ira Widjiastuti, drg., M.Kes., Sp KG (K) atas kesediaan beliau menjadi ko-promotor, saat ini beliau menjabat sebagai Wakil Dekan I. Di tengah tengah kesibukannya, beliau masih menyempatkan waktu memberikan bimbingan,

arahan, wawasan dan pemikiran yang begitu luas dengan sabar, dukungan, semangat dan keteladanan selama saya menempuh pendidikan ini, terutama dalam melakukan penelitian dan penulisan disertasi. Terima kasih yang tak terhingga dan semoga ALLAH SWT memberikan balasan yang lebih baik atas kebaikan beliau.

Prof. Dr. Ir. Heru Setyawan, M.Eng atas kesediaan beliau menjadi konsultan dan penguji eksternal, yang telah memberikan fasilitas bergabung pada grup penelitian sabut kelapa pada Laboratorium Elektrokimia dan Korosi Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem ITS. Terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya atas segala waktu, arahan, wawasan dan pemikiran yang begitu luas, serta semangat positif yang diberikan dalam penelitian dan penulisan disertasi ini.

Prof. Dr. Ida Bagus Narmada, drg., Sp. Ort (K) selaku Koordinator Program Studi Doktor dan Prof. Dr. Sri Kunarti drg., Sp.KG (K) selaku Koordinator Program Studi Doktor, Ilmu Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga periode 2018-2020 yang telah memberikan banyak bantuan dan dukungan dalam melaksanakan Pendidikan, penelitian dan setiap tahap ujian yang ditempuh dalam Pendidikan.

Prof. Dr. A. Retno Pudji Rahayu, drg., M.Kes., sebagai ketua penguji yang telah memberikan masukan dan bimbingan yang sangat berharga dalam penelitian dan penyusunan disertasi.

Prof. Dr. Anita Yulianti, drg., M.Kes., yang telah bersedia menyediakan waktu untuk konsultasi ditengah kesibukan beliau yang begitu padat serta memberi masukan dan bimbingan yang sangat berharga dalam penelitian dan penyusunan disertasi.

Prof. Dr. Sri Kunarti, drg., MS., Sp.KG (K) yang telah memberikan masukan dan bimbingan yang sangat berharga dalam penelitian dan penyusunan disertasi.

Dr. Taufan Bramantoro, drg., M.Kes., yang telah memberikan bimbingan, masukan, dan konsultasi statistik yang sangat berharga dalam penulisan disertasi.

Rektor Universitas Hang Tuah, Prof. Dr. Ir. Supartono, MM., CIQaR selaku Rector Universitas Universitas Hang Tuah yang telah memberikan kesempatan, ijin, dan fasilitas yang telah diberikan untuk menempuh dan menyelesaikan pendidikan pada Program Studi Pendidikan Doktor Fakultas kedokteran Gigi Universitas Airlangga.

Dr. R.A. Nora Lelyana, drg., M.H.Kes., FICD selaku Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hang Tuah, Dr. Kristanti Parisihni, drg., M.Kes selaku Wakil Dekan I, Dr. Syamsulina Revianti drg., M.Kes selaku Wakil Dekan II, Dr. Arya Brahmanta, drg., Sp.Ort selaku Wakil Dekan III yang telah memberikan kesempatan, dukungan, dan fasilitas dalam menempuh dan

menyelesaikan pendidikan pada Program Studi Pendidikan Doktor Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga.

Seluruh dosen pengajar Program Doktor Ilmu Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, beliau adalah guru-guru saya yang telah memberikan ilmu dan pengalaman yang sangat berguna dan berharga bagi kelancaran pendidikan saya.

Staf akademik Program Doktor Ilmu Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga, Mbak Erna terimakasih atas segala bantuan dan layanan administrasi selama saya menempuh Pendidikan ini.

Kepada teman-teman penelitian Mas Mahardika F.Rois, ST.,MT (kandidat Doktor), Steella Ilham Isnaini,ST (mahasiswa S2) dan Lizda Johar Mawarni, S.T.,M.T (kandidat Doktor) yang telah berbagi ilmu, membantu penelitian, memberikan semangat, dukungan dan pengalaman yang sangat berguna dan berharga dalam kelancaran pendidikan saya. Terimakasih tak terhingga semoga Allah SWT membalas kebaikan kalian semua.

Kepada guru dan kolega saya di bagian Konservasi Kedokteran Gigi FKG UHT Karlina,drg.,M.Kes.,SpKG (K), Dr.Linda R.,drg.,SpKG, Aprilia drg.,SpKG (kandidat Doktor), Fani P.,drg.,SpKG, Diana S.,drg.,SpKG, Yongki H.,drg.,SpKG, Sinta P.,drg.,SpKG, Henu S.,drg.,SpKG dan Dewi L.,drg.,M.Adm. yang secara langsung maupun tidak langsung memberikan motivasi dan dorongan atas segala dukungan kekeluargaan, bantuan dan motivasi yang diberikan kepada saya.

Pendidikan ini dapat saya selesaikan tidak terlepas dari dukungan keluarga, untuk itu ucapan terima kasih yang tulus saya sampaikan kepada orang tua saya Mutahal, dr.,SpF., dan Hj. Sрни Lestari serta Almarhum kedua mertua ayah ibu dan saudara-saudara tercinta yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu saya atas doa, limpahan kasih sayang, pendidikan, dan tauladan., inspirasi nilai kebaikan dan kejujuran yang telah diwariskan kepada kami sekeluarga.

Terima kasih dan hormat juga saya ucapkan untuk suami saya tercinta Syaiful Rochman,dr.,SpAn., anak saya tercinta Zaki Ramadhani R.dr., dan Zhafira Altafah R. atas ijin, pengertian, dukungan, dan semangat yang sudah diberikan selama melanjutkan pendidikan pada Program Studi Doktor, Ilmu Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga.

Ucapan terima kasih saya ucapkan kepada semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, yang telah membantu dalam penelitian dan penulisan disertasi. Besar harapan saya penelitian ini dapat bermanfaat bagi kemajuan ilmu Kedokteran Gigi terutama dalam bidang Material Kedokteran Gigi dan Konservasi Gigi. Semoga ALLAH SWT memberikan ridho, rahmat dan anugerahNya untuk kita semua. Aamiin Yaa Rabbal Aalamiin.

Agustus 2022
Penulis

ABSTRAK

**POTENSI SERAT SELULOSA SABUT KELAPA (*Cocos Nucifera L.*)
SEBAGAI *FILLER* RESIN KOMPOSIT BIS-GMA *LOW VISCOUS* UNTUK
BASIS PADA RESTORASI GIGI POSTERIOR**

Latar Belakang: Memanfaatkan biomassa berbasis selulosa sabut kelapa sebagai *filler* restorasi komposit material kedokteran gigi pada aplikasi basis karena sifat serat tidak kaku, ulet, modulus elastisitasnya rendah, lentur dan *elongation at breaknya* tinggi. **Tujuan:** membuktikan bahwa serat selulosa sabut kelapa yang disintesis dengan metode nukleasi berpotensi sebagai *filler* resin komposit berbasis Bis-GMA *low viscous* secara in vitro **Metode:** Tahap 1 sintesis serat selulosa kemudian karakteristiknya diuji XRD, FITR, SEM dan toksisitas. Tahap 2 uji ikatan kimia antara serat selulosa, *coupling agent* dan matrik dengan FTIR. Tahap 3 uji mekanik dengan alat UTM, uji SEM untuk menghitung lebar celah yang terbentuk pada bahan basis dengan dentin setelah perlakuan *thermocycling*. Data yang terkumpul dari penelitian tahap 3 dilakukan analisis statistik. **Hasil:** XRD *1 α -cellulose amorphous*, FTIR gugus N-H dan ikatan *triple bounding* CN membentuk fiber, diameter $\pm 8,03 \mu\text{m}$ dan panjang $\pm 155,2 \mu\text{m}$, viabilitas sel 12,5 mg/ml, ikatan kimia serat selulosa sabut kelapa dengan BisGMA, TEGDMA, DGEBA melalui gugus fungsi O-H, C-H, C=O dan C=C. Komposit selulosa sabut kelapa low viscous kekuatan fleksural 31,29 MPa, modulus elastisitas 974 MPa, kekuatan tekan 63,17 MPa dan celah yang terbentuk $3,71 \mu\text{m}$. **Kesimpulan:** serat selulosa sabut kelapa yang disintesis dengan metode nukleasi memenuhi syarat basis komposit berbasis BisGMA yang berpotensi untuk dikembangkan sebagai *filler* pada material restorasi kedokteran gigi.

Kata Kunci : sabut kelapa, selulosa, komposit, BisGMA, basis,

ABSTRACT

**THE POTENTIAL OF COCONUT FIBER (*Cocos Nucifera* L.) as
COMPOSITE RESIN FILLER LOW VISCOUS BIS-GMA
FOR BASE ON DENTAL POSTERIOR RESTORATION**

Background: Utilizing coconut coir cellulose-based biomass as a filler for dental composite restorations on base applications due to the nature of the fiber is not stiff, ductile, low modulus of elasticity, flexural and high elongation at break. **Purpose:** To prove that coconut coir cellulose fiber synthesized by the nucleation method has the potential as filler for low-viscous Bis-GMA-based composite resins in vitro. **Methods:** Phase 1 Synthesis of cellulose fibers and characteristic tested by XRD, FTIR, SEM and toxicity. Phase 2 Chemical bond test between cellulose fiber, coupling agent and matrix with FTIR. Phase 3 Mechanical test using UTM, SEM test to calculate the width of the gap formed on the base material with dentin after thermocycling treatment. Statistical analysis on data collected from the 3rd phase of the research. **Results:** XRD 1α -cellulose amorphous, N-H group FTIR and triple bounding CN bonds to form fiber, diameter $\pm 8,03 \mu\text{m}$ and length $\pm 155,2 \mu\text{m}$, cell viability 12.5 mg/ml, chemical bonds of coconut coir cellulose fiber with BisGMA, TEGDMA, DGEBA through the functional groups O-H, C-H, C=O and C=C. The low viscous coconut coir cellulose composite has a flexural strength of 31.29 MPa, an elastic modulus of 974 MPa, a compressive strength of 63.17 MPa and a gap formed of $3,71 \mu\text{m}$. **Conclusion:** Coconut coir cellulose fiber synthesized by nucleation method meets the requirements of BisGMA-based composite base which has the potential to be developed as a filler in dental restoration materials.

Key words: coconut fiber, cellulose, composite, BisGMA, base

RINGKASAN

Permasalahan umum pada restorasi resin komposit adalah terjadinya penyusutan akibat polimerisasi dapat menyebabkan adaptasi yang kurang baik pada marginal sehingga dapat terjadi *crack* terutama pada restorasi gigi posterior yang akan meningkat terus menerus diakibatkan oleh pengunyahan yang berulang-ulang. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan menggunakan bahan pelapis pengganti dentin yang dapat menyerap tegangan dari tekanan penyusutan polimerisasi dan kekuatan oklusal. Resin komposit *flowable* memiliki viskositas rendah yang memungkinkan resin mengalir dengan mudah, menyebar dengan rata, dan dapat beradaptasi baik dengan kavitas. Resin komposit yang *flow* tersebut disarankan para klinisi digunakan pada gigi posterior terutama kavitas kelas II sebagai basis untuk mendapatkan adaptasi yang baik.

Penelitian untuk mendapatkan material komposit *flow* yang fleksibel dan tangguh terhadap retak sehingga dapat meningkatkan serta mempertahankan adaptasi marginal terus berkembang. Penggunaan serat dalam aplikasi restorasi di bidang kedokteran gigi menjadi suatu pilihan yang efektif. Teknologi *fiber-reinforced composite* (FRC) sebagai solusi inovatif berperan menurunkan penyusutan polimerisasi, meneruskan beban yang diterima pada matrik, memberikan stabilitas termal dan perubahan kimia, meningkatkan kekuatan dan ketahanan terhadap fraktur.

Produk polimer berbasis bahan hijau seperti tanaman pertanian dan perkebunan merupakan dasar untuk membentuk produk yang *eco-efisien*, berkelanjutan dan bersaing dengan bahan sintetis banyak dieksplorasi untuk menggantikan serat sintetis. Serat sabut kelapa yang dikenal dengan nama

latinnya *Cocos nucifera L.*(coir) sangat melimpah dan memiliki efek farmakologis yang penting dengan toksisitas rendah. Karakteristik unggulan serat sabut kelapa adalah modulus elastisitasnya rendah, daya mulurnya sangat tinggi dibandingkan dengan serat alam yang lain, sifat seratnya tidak kaku, sangat lentur, dan paling ulet. Struktur permukaan seratnya berongga menyerupai busa/*sponge*, kuat, ringan, tahan panas, tahan air garam, tahan cuaca, murah, dan mudah didapat. Melihat karakteristik, sifat dan strukturnya serat sabut kelapa diharapkan menjadi material unggul temuan baru yang mampu memenuhi syarat bahan *absorbing layer* sebagai basis restorasi elastis di bidang kedokteran gigi.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuktikan bahwa serat selulosa sabut kelapa mempunyai potensi sebagai *filler* resin komposit berbasis Bis-GMA dengan viskositas rendah untuk basis pada restorasi gigi posterior secara in vitro.

Jenis penelitian ini adalah penelitian *true experimental laboratories*. Penelitian ini terbagi dalam tiga tahapan yaitu :

1. analisis serat selulosa sabut kelapa meliputi pengujian karakteristik serat dengan XRD,FTIR,SEM dan toksisitas.
2. Analisis ikatan kimia antara serat,matriks dan *coupling agent* dengan uji FTIR.
3. Analisis uji mekanik yaitu uji kekuatan fleksural, modulus elastisitas, kekuatan tekan dan uji SEM untuk mengukur celah basis dengan dentin. Hasil penelitian ini menunjukkan ada ikatan kimia antara serat selulosa sabut kelapa dengan BisGMA,TEGDMA dan DGEBA.

Hasil analisis serat didapatkan melalui uji XRD tampak struktur selulosa identik dengan *1 α -cellulose amorphous*. Urea dan dinukleasikan dengan

antisolven etanol terbentuk ikatan antara *cellulose* dan nitrogen membentuk *fiber*. Hasil uji SEM nukleasi selulosa dengan konsentrasi etanol absolut dan rate 20ml/menit menghasilkan morfologi permukaan berbentuk serat pendek dengan diameter $\pm 8,03 \mu\text{m}$ dan panjang $\pm 155,2 \mu\text{m}$. Hasil uji viabilitas sel serat selulosa diperoleh kehidupan sel paling baik pada konsentrasi 12,5 mg/ml sebesar 82,69% terhadap sel *Fibroblas Ginggival Tissue* 1.

Ikatan kimia serat selulosa sabut kelapa dengan BisGMA,TEGDMA, DGEBA melalui gugus fungsi C-H, C=O dan C=C berupa ikatan kovalen dan ikatan hydrogen melalui gugus hidroksil (O-H). Kekuatan mekanik komposit selulosa sabut kelapa *low viscous* yaitu kekuatan fleksural 31,29 MPa, modulus elastisitas 974 MPA, kekuatan tekan 63,17 MPa dan celah yang terbentuk $3,71 \mu\text{m}$. Kesimpulan pada penelitian ini yaitu komposit serat selulosa *low viscous* memenuhi standar sebagai syarat basis yang *low strength bases*.

Temuan baru dari penelitian ini adalah berhasil membuat komposit biomassa berbasis selulosa sabut kelapa dengan metode nukleasi untuk membentuk bentukan filler yaitu serat panjang selulosa (*fiber*), partikulat dan campuran partikulat *fiber*. Menemukan metode pencampuran bahan *coupling agent* dengan serat sehingga menghasilkan ikatan kimia yang optimal pada resin komposit serat selulosa sabut kelapa *low viscous* dibidang material restorasi gigi. Biokomposit ini berpeluang untuk dikembangkan di bidang Material Kedokteran Gigi dan Konservasi Gigi.

Keterbatasan pada penelitian ini belum ada alat pencampuran material pembuat komposit yang mempunyai kecepatan minima 3500rpm dan alat pemotong gigi *Isomet-low speed saw*.

DAFTAR ISI

	Halaman
SAMPUL DEPAN.....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR PENETAPAN PENGUJI.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
ABSTRAK.....	viii
RINGKASAN.....	x
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR GAMBAR.....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xx
DAFTAR SINGKATAN.....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	10
1.3 Tujuan Penelitian.....	11
1.3.1 Tujuan Umum.....	11
1.3.2 Tujuan Khusus.....	11
1.4 Manfaat Penelitian.....	12
1.4.1 Manfaat Teoritis.....	12
1.4.2 Manfaat Praktis.....	12
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	13
2.1 Basis.....	13
2.2 Resin Komposit Serat Alam (Biokomposit).....	14
2.3 Resin Komposit Viskositas Rendah (<i>Flowable</i>).....	16
2.4 Serat Sabut Kelapa (<i>Cocos Nucifera L.</i>).....	17
2.4.1 Selulosa.....	19
2.5 Matrik Resin.....	21
2.6 Bahan Pengikat (<i>Coupling Agent</i>).....	23
2.7 Inisiator dan Akselerator.....	25
2.8 Polimerisasi Resin Komposit.....	26
2.9 Pengaruh Polimerisasi terhadap Adaptasi Marginal.....	27
2.10 Pengaruh Sifat Termal terhadap Adaptasi Marginal.....	30
2.11 Kekuatan Tekan.....	32
2.12 Kekuatan Fleksural.....	34
2.13 Modulus Elastisitas.....	37

2.14	Prinsip Ikatan Kimia dan Ikatan Struktur Material.....	39
2.14.1	Ikatan Kimia.....	42
2.14.2	Ikatan Bahan Resin Komposit dengan Dentin	46
BAB 3 KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS PENELITIAN.....		50
3.1	Kerangka Konsep	50
3.2	Penjelasan Kerangka Konsep	51
3.3	Hipotesis Penelitian	55
BAB 4 METODE PENELITIAN.....		57
4.1	Penelitian Tahap 1 Sintesis Serat Selulosa Sabut Kelapa.....	57
4.2	Prosedur Pembuatan Komposit Serat Selulosa Sabut Kelapa <i>Low Viscous</i>	60
4.2.1	Alat dan Bahan.....	60
4.2.2	Cara Kerja.....	60
4.3	Penelitian Tahap 2 Ikatan Kimia dengan Uji FTIR.....	62
4.3.1	Jenis dan Rancangan Penelitian Tahap 2.....	62
4.3.2	Variabel Penelitian Tahap 2.....	62
4.3.3	Definisi Operasional Variable Tahap 2.....	63
4.3.4	Lokasi Penelitian.....	64
4.3.5	Alat dan Bahan.....	64
4.3.6	Cara Kerja.....	64
4.4	Penelitian Tahap 3 Uji Mekanik Komposit Serat Selulosa Sabut Kelapa <i>Low Viscous</i>	66
4.4.1	Jenis dan Rancangan Penelitian.....	66
4.4.2	Besar Sampel.....	66
4.4.3	Variabel Penelitian.....	68
4.4.4	Definisi Operasional Variabel.....	68
4.4.5	Lokasi Penelitian.....	70
4.4.6	Alat, Bahan dan Prosedur Kerja.....	70
4.4.6.1	Uji Kekuatan Fleksura.....	70
1	Alat dan Bahan.....	70
2	Cara kerja.....	71
4.4.6.2	Uji Modulus Elastisitas.....	73
4.4.6.3	Uji Kekuatan Tekan.....	74
1	Alat dan Bahan.....	74
2	Cara Kerja.....	74
4.4.6.4	Uji Adaptasi Marginal.....	76
1	Alat dan bahan.....	76
2	Cara Kerja.....	77

4.4.7	Prosedur Pengambilan dan Pengumpulan Data.....	80
4.4.8	Analisis Data.....	80
4.4.9	Alur Penelitian.....	81
BAB 5 HASIL DAN ANALISIS DATA.....		82
5.1	Hasil Sintesis Serat Selulosa Sabut Kelapa.....	82
5.2	Hasil Pembuatan Komposit Serat Selulosa Sabut Kelapa <i>Low Viscous</i>	84
5.3	Hasil Tahap 2 Uji FTIR Ikatan Kimia Komposit Serat Selulosa Sabut Kelapa <i>Low Viscous</i>	85
5.3.1	FTIR Serat Selulosa Sabut Kelapa dengan DGEBA.....	86
5.3.2	FTIR Selulosa Sabut Kelapa dengan BisGMA dan TEGDMA.....	89
5.3.3	Hasil Uji FITR BisGMA, TEGDMA, DGEBA, Selulosa dan Komposit Serat Selulosa Sabut Kelapa <i>Low Viscous</i>	93
5.4	Hasil Uji Mekanik.....	98
5.4.1	Hasil Kekuatan Fleksural.....	98
5.4.2	Hasil Uji Modulus Elastisitas.....	99
5.4.3	Hasil Kekuatan Tekan.....	101
5.4.4	Hasil Uji Adaptasi Marginal Basis Komposit dan Gigi (Celah Mikro/ <i>Microgaps</i>).....	102
BAB 6 PEMBAHASAN.....		106
6.1	Analisis Serat Selulosa dari Sabut Kelapa.....	106
6.2	Analisis Ikatan Kimia Serat Selulosa Sabut Kelapa dengan DGEBA.....	111
6.3	Analisis Ikatan Kimia Selulosa Sabut Kelapa dengan BisGMA dan TEGDMA	112
6.4	Analisis Ikatan Kimia Komposit Serat Selulosa Sabut Kelapa <i>Low Viscous</i>	115
6.5	Analisis Kekuatan Fleksural.....	117
6.6	Analisis Modulus Elastisitas.....	125
6.7	Analisis Kekuatan Tekan.....	128
6.8	Analisis Adaptasi Marginal Bahan Basis dengan Dentin.....	130

6.9	Temuan Baru Penelitian.....	139
6.10	Keterbatasan Penelitian.....	140
BAB 7 KESIMPULAN DAN SARAN.....		142
7.1	Simpulan.....	142
7.2	Saran.....	143
DAFTAR PUSTAKA.....		144
LAMPIRAN.....		163

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 5.1. Nilai <i>Peak</i> dan Pengukuran Nilai Pita Serapan (P) Gugus Fungsi Senyawa DGEBA, Selulosa, dan DGEBA Selulosa.....	87
Tabel 5.2. Nilai <i>Peak</i> dan Pengukuran Nilai Pita Serapan (P) Gugus Fungsi Senyawa Selulosa, BisGMA, TEGDMA, dan Campuran+BisGMA+TEGDMA.....	90
Tabel 5.3. Nilai <i>Peak</i> dan Pengukuran Nilai Pita Serapan (P) Gugus Fungsi Senyawa BisGMA, TEGDMA, DGEBA, Selulosa, dan Komposit Serat Selulosa Sabut Kelapa <i>Low Viscous</i>	94
Tabel 5.4. Nilai Rerata Kekuatan Fleksural Kelompok Kontrol (FP) dan Kelompok Perlakuan (FS).....	97
Tabel 5.5. Nilai Rerata Modulus Elastisitas Kelompok Kontrol (EP) dan Kelompok Perlakuan (ES).....	98
Tabel 5.6. Nilai Rerata Kekuatan Tekan Kelompok Kontrol (TP) dan Kelompok Perlakuan (TS).....	99
Tabel 5.7. Nilai Rerata Jarak Celah Mikro Kelompok Kontrol (AP) dan Kelompok Perlakuan (AS).....	101

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Beberapa Tipe Ikatan Primer pada Ikatan antar Atom.....	42
Gambar 3.1 Kerangka Konsep.....	50
Gambar 4.1 Proses Delignifikasi.....	58
Gambar 4.2 Proses Bleaching.....	59
Gambar 4.3 Proses Nukleasi Selulosa dengan Pencampuran DGEBA..	59
Gambar 4.4 Rumus Perhitungan Fraksi Volume Komposit untuk Pembuatan Komposit.....	60
Gambar 4.5 Proses Pembuatan Komposit Selulosa Kelapa <i>Low Viscous</i> dengan Serat Selulosa yang sudah bercampur DGEBA.....	61
Gambar 4.6 Rancangan Penelitian Tahap 2 Analisis Ikatan Kimia Komposit Serat Selulosa Sabut Kelapa <i>Low Viscous</i> dengan uji FTIR.....	62
Gambar 4.7 Diagram Puncak Pita Serapan Gugus-Gugus Fungsi.....	65
Gambar 4.8 Bagan Rancangan Penelitian.....	66
Gambar 4.9 Cetakan dan Sampel Uji Fleksural.....	71
Gambar 4.10 Ilustrasi Uji Kekuatan Fleksural dengan <i>three-point</i> <i>bending</i>	72
Gambar 4.11 Cetakan Silindris dan Model Sampel Uji Tekan.....	75
Gambar 4.12 Desain preparasi kelas 1 pada gigi premolar.....	78
Gambar 4.13 Desain Preparasi Kavitas yang dievaluasi Lokasi Pembentukan Celahnya.....	80
Gambar 4.14 Alur Diagram Tahapan Analisis Penelitian	81

Gambar 5.1	Morfologi Serat Selulosa Hasil Sintesis.....	83
Gambar 5.2.	Hasil SEM Menunjukkan Morfologi Permukaan Komposit.....	85
Gambar 5.3	Grafik Interpolasi Spektrum FTIR Selulosa, DGEBA dan Campuran DGEBA Selulosa.....	87
Gambar 5.4	Grafik Interpolasi Spektrum BisGMA, TEGDMA, Selulosa dan Campuran BisGMA-TEGDMA-Selulosa.....	90
Gambar 5.5	Grafik Interpolasi Spektrum FTIR DGEBA Selulosa, Selulosa DGEBA, TEGDMA, dan Komposit Selulosa.....	94
Gambar 5.6	Gambaran SEM Celah yang Terbentuk pada Basis Komposit Serat Selulosa.....	104
Gambar 5.7	Gambaran SEM Celah yang Terbentuk pada Basis Komposit Sintetik.....	105

DAFTAR LAMPIRAN

		Halaman
Lampiran 1	Laik Etik.....	163
Lampiran 2	Metode Sintesis Serat Selulosa Serabut Kelapa.....	164
Lampiran 3	Metodologi Penelitian Toksisitas Serat.....	181
Lampiran 4	Hasil Penelitian Serat Sabut Kelapa.....	191
Lampiran 5	Pembuatan Komposit.....	202
Lampiran 6	Adaptasi Marginal.....	213
Lampiran 7	FITR BisGMA.....	219
Lampiran 8	FITR DGEBA	220
Lampiran 9	FITR TEGDMA.....	221
Lampiran 10	FITR Selulosa.....	222
Lampiran 11	FITR DGEBA Selulosa	224
Lampiran 12	FITR BisGMA, TEGDMA, dan Selulosa.....	225
Lampiran 13	FITR Komposit Selulosa 70:30.....	226
Lampiran 14	FITR Komposit Selulosa Pre 50:50.....	227
Lampiran 15	Nilai P Komposit Selulosa 70:30.....	223
Lampiran 16	Nilai P DGEBA Selulosa	224
Lampiran 17	Nilai P BisGMA-TEGDMA-Selulosa.....	225

DAFTAR SINGKATAN

ATR	: <i>attenuated total reflectance</i>
Bis-GMA	: <i>dimethacrylate yaitu bisphenol A-glycidyl-dimethacrylate</i>
BisEMA	: <i>ethoxylated bisphenol A-dimethacrylate)</i>
CEJ	: <i>cemento-enamel junction</i>
COIR	: <i>Cocos nucifera L.</i>
CQ	: <i>camphoroquinone</i>
CS	: <i>Compressive strength</i>
CTE	: <i>Coefficient of Thermal Expansion</i>
DGEBA	: <i>metil metakrilat diglycidil eter bisphenol A</i>
DMEM	: <i>Dulbecco 's Modified Eagle Medium</i>
DMSO	: <i>dimethyl sulfoxide</i>
DNA	: <i>deoxyribonucleic acid</i>
DP	: <i>derajat polimerisasi</i>
ECM	: <i>Extracellular matrix</i>
ER	: <i>Endoplasmic Reticulum</i>
FRC	: <i>fiber-reinforced composite</i>
FS	: <i>flexural strength</i>
FSC	: <i>Full-coverage Silane Coating</i>
FTIR	: <i>Fourier Transformed Infrared</i>
g/mol	: <i>gram/mol</i>
GTI	: <i>Gingival Tissue 1</i>
HEMA	: <i>2-hidroksi-etil-metakrilat</i>
ISO	: <i>International Organization for Standardization</i>
IR	: <i>inframerah</i>
KHM	: <i>konsentrasi hambat minimum</i>
LPPT	: <i>Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu</i>
LPS	: <i>linear polimerisasi shrinkage</i>
ME	: <i>modulus elastisitas</i>
MPa	: <i>Mega Pascal</i>
MTT	: <i>3-(4,5-dimethylthiazol-2yl)-2,5-diphenyl-tetrazolium bromide)</i>

Mohs	: <i>Mohs scale of mineral hardness</i>
N	: Newton
OAR	: <i>optimal aspect ratio</i>
Pa.s	: <i>Pascal second</i>
PRC	: <i>particulate reinforced composite</i>
RMGI	: <i>resin modified Glass Ionomer</i>
RNA	: <i>Ribose Nucleic Acid</i>
ROS	: <i>Reactive Oxygen Species</i>
SDR	: <i>smart dentin replacement</i>
SDS	: <i>sodium dodecyl sulfate</i>
SEM	: <i>Scanning Electron Microscopy</i>
SFRC	: <i>Short-fibre reinforced flowable</i>
TEGDMA	: <i>triethylene glycol dimethacrylate</i>
TEG	: <i>triethylene glycol</i>
UCAP	: <i>United Coconut Association of the Philippines</i>
UDMA	: <i>urethane dimethacrylate</i>