

LAPORAN KEMAJUAN
HIBAH LP3M UMY KATEGORI PENELITIAN DOSEN MUDA



JUDUL

**POTENSI NANOSISAL SEBAGAI *FILLER* PADA MATERIAL
TUMPATAN (TAMBALAN GIGI) RESIN KOMPOSIT**

Bulan ke 6 dari rencana 1 tahun

Ketua Tim Peneliti

(Dwi Aji Nugroho)

NIK.19841029201210173187

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER GIGI
FAKULTAS KEDOKTERAN DAN ILMU KESEHATAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
AGUSTUS 2017

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Penelitian : Potensi Nanosisal sebagai Filler pada Material Tumpatan
(Tambalan Gigi) Resin Komposit

Peneliti/Pelaksana:

Nama Lengkap : drg. Dwi Aji Nugroho, MDSc.

NIK/NIDN : 19841029201210173187/0529108401

Jabatan Fungsional : Asisten Ahli

Program Studi : Pendidikan Dokter gigi

Nomor Hp. : 081575587002

Alamat email : dwiajinugrohodrg@gmail.com

Anggota (1)

Nama Lengkap : drg. Yusrini Pasril, Sp.KG

NIK/NIDN : 19740617200910173112/0517067402

Jabatan Fungsional : Asisten Ahli

Program Studi : Pendidikan Dokter gigi

Nomor Hp. : 0818896481

Alamat email : yusrinipasril@yahoo.com

Tahun Pelaksanaan : bulan ke 6 dari rencana 1 tahun

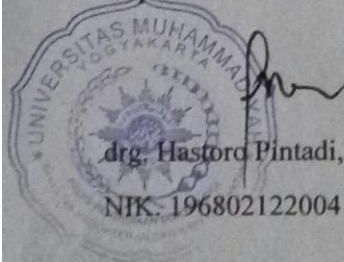
Biaya keseluruhan : Rp. 10.000.000,-

Yogyakarta, 28 Agustus 2017

Mengetahui,

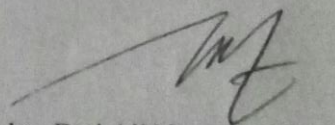
Ketua Peneliti,

Kaprodi PSPDG FKIK UMY



drg. Hastord Pintadi, Sp.Pros.

NIK. 19680212200410173071


drg. Dwi Aji Nugroho, MDSc.
NIK.19841029201210173187

Intisari

Latar Belakang : Resin komposit terdiri atas matriks, *filler* dan *coupling agent*. Pada awalnya, *filler* yang digunakan untuk komposit berasal dari material quartz . Namun, material glass pada resin komposit memiliki beberapa kekurangan antara lain produksi material glass sangat tergantung pada bahan bakar fosil, material glass bersifat non-degradable, tak terbarukan. Oleh karena itu, sekarang mulai diupayakan penggunaan resin komposit serat alam sebagai pengganti material glass salah satunya adalah serat sisal (*Agave sisalana*).

Tujuan Penelitian : Secara umum penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jumlah volume *filler* wt% terhadap kekerasan resin komposit nanosisal.

Metode Penelitian : Jenis penelitian ini adalah eksperimental laboratoris. Sample penelitian adalah cetakan berbentuk silinder dengan ukuran diameter 5mm dan tinggi 2mm. Sample dibagi menjadi empat kelompok (A, B, C, D) dan setiap kelompok berjumlah lima sample. Kelompok A memiliki jumlah volume *filler* 60wt%, kelompok B *filler* 65 wt%, kelompok C *filler* 70 wt% dan kelompok D menggunakan resin komposit *Nanofiller* filtek Z350. Sample diuji kekerasan dengan menggunakan alat *micro vickers*. Analisis data menggunakan uji *non-parametric Kruskal Wallis*.

Hasil Penelitian : Resin komposit dengan jumlah volume *filler* 60 wt% memiliki rata-rata kekerasan sebesar 10.8 VHN, resin komposit nanosisal 65% sebesar 20.4 VHN, resin komposit nanosisal 70% sebesar 13.8 VHN serta resin komposit *Nanofiller* filtek Z350 sebesar 44.6 VHN. Hasil uji statistic *non-parametric Kruskal Wallis* diketahui nilai $p = 0,001 \rightarrow p < 0,05$ ($p = 0,001 < 0,05$).

Kesimpulan : Terdapat pengaruh jumlah volume *filler* wt% terhadap kekerasan resin komposit nanosisal dengan perbedaan yang bermakna.

Kata kunci : sisal, resin komposit, kekerasan, *Nanofiller*

BAB 1

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Resin Komposit berkembang sebagai bahan restorasi atau bahan tambal dikarenakan sifatnya yang tidak mudah larut, estetik, tidak peka terhadap dehidrasi, tidak mahal, dan relatif mudah untuk dimanipulasi. Karakteristik tertentu seperti warnanya yang sama dengan warna gigi, tidak larut dalam cairan mulut, membuat bahan ini lebih unggul dari pada semen silikat dan resin akrilik. Istilah bahan komposit dapat di definisikan sebagai gabungan dua atau lebih bahan berbeda dengan sifat-sifat yang unggul atau lebih baik dari pada bahan itu sendiri (Anusavice,2003).

Bahan resin komposit modern mengandung sejumlah komposisi. Kandungan utama adalah matriks resin dan *filler* (partikel pengisi) anorganik serta suatu bahan coupling (silane) yang diperlukan untuk memberikan ikatan antara *filler* dan matriks resin, juga aktivator-inisiator diperlukan untuk polimerisasi resin. Matriks resin digunakan untuk membentuk fisik resin komposit agar dapat diaplikasikan. Bis-GMA, urethan dimetakrilat (UEDMA), dan trietilen glikol dimetakrilat (TEGDMA) adalah matriks resin yang umum digunakan dalam bahan resin komposit. *Filler* anorganik berperan terhadap kekuatan resin komposit. Bahan *coupling* atau *coupling agent* berfungsi untuk menyatukan matriks resin dan *filler* anorganik. Selain ketiga komponen

tersebut, bahan tambahan lain ditambahkan dalam komposisi resin komposit yaitu aktivator-inisiator, penghambatan, penyerapan, *UV absorbent*, pigmen dan pembuat opak. Bahan tambahan tersebut berfungsi saat proses polimerisasi dan warna resin komposit dapat sesuai dengan warna gigi (Anusavice,2003). Semakin besar volume *filler* yang digunakan pada resin komposit maka semakin besar pula kekuatan mekanisnya (Thomaidis, Kakaboura, Dieter, & Zinelis, 2013)

Partikel bahan pengisi resin komposit atau *filler* yang sekarang digunakan, berasal dari bahan anorganik, seperti silika koloidal, glass, quartz, barium, strontium, dan zirconium (Anusavice,2003). Komposisi *filler* yang biasa digunakan adalah glass, komposisi *filler* ini biasa digabung dengan ion seperti lithium dan aluminium sehingga membuat glass lebih mudah untuk menggerus partikel yang lebih kecil (Thompson, 2011). Namun, material glass memiliki kelemahan yang sangat serius. Glass diproduksi dengan proses energi dan sangat bergantung dengan bahan bakar fosil yang digunakan sebagai bahan produksinya. Selain itu, glass memiliki sifat abrasif saat proses pengolahannya sehingga pekerja yang mengolah glass dapat beresiko terhadap kesehatan yang tidak baik. Glass juga bersifat non biodegradable, tak dapat diperbaharui, dan memiliki dampak lingkungan yang buruk seperti hal emisi polutan (Joshi, Drzal, Mohanty, & Arora, 2004; Wambua, Wambua, Ivens, & Verpoest, 2003). Oleh karena itu, serat alam sebagai bahan penguat dalam komposisi matriks polimer menjadi perhatian peneliti karena memiliki potensial yang

tinggi untuk menggantikan sintesis bahan penguat seperti glass (Ahmad, 2011)

Di bidang kedokteran gigi penggunaan serat (*fiber*) alam masih jarang digunakan, salah satu jenis serat alam yang dapat dikembangkan adalah serat sisal (*Agave sisalana*), namun saat ini penggunaan sisal masih sangat terbatas pada bidang pertanian dan keluatan. Serat sisal biasa digunakan pada pembuatan benang, tali, tikar, bahan pelapis, jala ikan, serta barang kerajinan seperti hiasan dinding dan dompet (Kusumastuti, 2009).

Sisal merupakan salah satu serat alam yang paling banyak digunakan dan paling mudah dibudayakan. Serat sisal merupakan penguat yang menjanjikan untuk digunakan sebagai komposit karena harganya yang murah, densitasnya yang rendah, kekuatan spesifik dan modulusnya yang tinggi, tanpa resiko kesehatan serta tersedia melimpah dan merupakan bahan alam terbarukan. Di india, sisal tumbuh liar sebagai pagar dan di sepanjang rel kereta api. Setiap tahunnya hampir 4,5 juta ton produksi sisal di seluruh dunia. Tanzania dan Brazil merupakan negara penghasil sisal terbesar (Kusumastuti, 2009). Serat sisal merupakan serat kertas yang dihasilkan dari tanaman sisal (*Agave sisalana*), di Indonesia untuk saat ini serat sisal sudah tersedia dan telah di produksi di Balai Penelitian Pemanis dan Serat Malang.

Resin komposit dapat diklasifikasikan menurut ukuran *filler*, viskositas dan polimerisasi. Berdasarkan ukuran *filler* yang digunakan,

resin komposit dapat diklasifikasikan atas resin komposit *makrofiller*, *midifiller*, *minifiller*, *mikrofiller*, dan *Nanofiller*. Resin komposit telah dikembangkan dengan ukuran *filler* yang lebih kecil yaitu *Nanofiller* yang memiliki ukuran partikel antara 0,005-0,020 μm . Ukuran *filler* resin komposit yang *Nanofiller* sangat ideal untuk finishing, ketahanan aus, dan sifat mekanik (Bayne & Thompson, 2011). Penelitian ini akan menggunakan serat (*fiber*) alam berupa sisal berukuran nano, yang akan digunakan sebagai *filler* dalam resin komposit. Serat sisal yang diperoleh dilakukan alkalisasi. Sifat mekanis serat (*fiber*) alam yang digunakan sebagai penguat polymer dapat ditingkatkan dengan dilakukan *surface treatment* berupa alkalisasi dengan menggunakan NaOH. Setelah di alkalisasi, sisal dibuat dalam ukuran nano melalui tiga tahap proses, yaitu: *scouring*, *bleaching*, dan ultrasonifikasi, sehingga diperoleh nanosisal/*cellulose whiskers* (Ahmad, 2011)

Bionanocomposites merupakan material yang terbuat dari campuran antara polimer dan nanopartikel yang dapat diperbaharui (contohnya *cellulose whisker* dan *microfibrillated cellulose*) (Saxena, 2013). Dua material tersebut merupakan material organik yang dapat berikatan dengan baik.

Resin komposit memiliki beberapa sifat mekanis, yaitu kekuatan tekan, kekerasan, tekanan geser, dan tekanan fleksural. Kekerasan merupakan salah satu sifat mekanis resin komposit. Kekerasan didefinisikan sebagai banyaknya energi deformasi elastik atau plastis yang

diperlukan untuk mematahkan suatu bahan dan merupakan ukuran dari ketahanan terhadap fraktur. Kekerasan bergantung pada kekuatan dan kelenturan. Semakin tinggi kekuatan dan semakin tinggi kelenturan (regangan plastis total), semakin besar kekerasan. Kekerasan adalah suatu sifat yang digunakan untuk memperkirakan ketahanan aus suatu bahan dan kemampuannya untuk mengabrasi struktur gigi antagonis. Uji kekerasan dimasukkan dalam sejumlah spesifikasi ADA untuk bahan kedokteran gigi. Uji yang paling sering digunakan dalam menentukan kekerasan bahan gigi dikenal dengan nama *Barcol*, *Brinell*, *Rockwell*, *Shore*, *Vickers*, dan *Knoop* (Anusavice,2003).

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini akan membuat material tambalan nanosial/*cellulose whiskers* komposit, yang akan dibandingkan dengan nanokomposit *filler* sintetis. Penelitian ini juga akan meneliti perbandingan kekerasan pada nanosial komposit dengan nanokomposit *filler* sintetis.

Telah disebutkan di dalam Al-Quran bahwa tanaman bisa digunakan sebagai bahan yang bermanfaat dan digunakan sebaik mungkin, hal ini sesuai dengan firman Allah SWT dalam surat As-Syu'ara ayat ke 7 yang berbunyi:

وَلَمْ وَالْإِلَٰهِي ۙ
لِرَرْوُ
مَ أَ رَبِّ ۙ
نَارًا نَّيْهًا
ض ك
وَجِّ لِرَبِّ ۙ
ز
ل
ك

Artinya: “Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, berapakah banyaknya Kami tumbuhkan di bumi itu berbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik? “

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka diperoleh rumusan masalah: “Apakah terdapat pengaruh jumlah volume filler WT% terhadap kekerasan resin komposit nanosisal?”

C. Keaslian Penelitian

Penelitian tentang fiber sisal pada resin komposit telah diteliti oleh beberapa peneliti. Natarajan et al. (2014) telah membandingkan kekuatan tekan dan kekuatan tarik antara glass fiber resin komposit dengan sisal fiber resin komposit. Sisal fiber pada penelitian tersebut berukuran diameter 0,2-0,4 mm dialkalisasi serta dicampur dengan resin komposit. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa sisal fiber resin komposit mempunyai kekuatan tekan dan kekuatan tarik lebih tinggi daripada glass fiber.

Penelitian Silva et al. (2010) tentang kekuatan fatigue sisal fiber komposit sebagai sementasi restorasi gigi tiruan cekat. Diameter sisal yang digunakan dalam penelitian tersebut adalah 0,6 mm. Zhong et al. (2007) juga meneliti tentang perlakuan alkalisasi fiber (ukuran diameter 2 mm) dapat meningkatkan sifat mekanis resin komposit yang dicampur dengan sisal.

D. Tujuan Penelitian

Tujuan Umum

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bahwa fiber nanosisal dapat digunakan sebagai *filler* (bahan pengisi) resin komposit.

Tujuan Khusus

Penelitian ini bertujuan untuk:

- a) Mengetahui perbedaan kekerasan antara resin komposit *Nanofiller* sintetis, resin komposit nanosisal 60%, 65% dan 70%?

E. Manfaat Penelitian

- a. Memberikan informasi ilmiah tentang perbedaan sifat mekanis antara resin komposit *Nanofiller* sintetis dengan resin komposit nanosisal
- b. Mengembangkan serat alam sisal sebagai alternatif pilihan bahan penguat resin komposit
- c. Memberikan informasi tentang penggunaan nanosisal sebagai filler resin komposit

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Dasar Teori

1. Resin Komposit

a. Definisi Resin Komposit

Resin komposit dapat didefinisikan sebagai gabungan 2 atau lebih bahan berbeda dengan sifat-sifat yang lebih unggul atau lebih baik dari pada bahan itu sendiri. Resin komposit berkembang sebagai bahan tambal atau restorasi karena sifatnya yang tidak mudah larut, estetik, tidak peka terhadap dehidrasi, tidak mahal, dan relatif mudah untuk dimanipulasi (Anusavice, 2003). Resin komposit merupakan bahan material yang digunakan untuk mengganti struktur gigi yang hilang dan untuk meningkatkan warna gigi secara estetik (Powers dan Sakaguchi, 2006).

b. Komposisi Resin Komposit

Resin komposit memiliki tiga struktur komponen utama yaitu matriks, filler dan bahan coupling. Matriks merupakan bahan resin plastik yang membentuk fase kontinyu dan berfungsi mengikat partikel filler. Filler berfungsi memperkuat partikel atau serat yang berada di dalam matriks. Bahan coupling berfungsi mengikat secara adhesi antara filler (bahan pengisi) dan matriks (Rawls & Upshaw, 2003). Selain itu,

beberapa komponen lain diperlukan untuk meningkatkan efektivitas dan ketahanan bahan. Aktivator-inisiator diperlukan untuk polimerisasi resin. Sejumlah kecil komposisi lain diperlukan untuk meningkatkan stabilitas warna (penyerapan sinar ultra violet) dan mencegah polimerisasi dini (bahan penghambat seperti hidroquinon). Resin komposit juga harus mengandung pigmen agar memperoleh warna yang cocok dengan struktur gigi (Anusavice, 2004).

Menurut Craig et al. (2004), Resin komposit terdiri dari lima komponen utama, yaitu:

1. Matriks Resin

Matriks resin di kedokteran gigi menggunakan monomer yang merupakan diakrilat aromatik atau alipitik. Bis-GMA, urethan dimetakrilat (UEDMA), dan trietilen glikol dimetakrilat (TEGDMA) adalah dimetakrilat yang umum digunakan dalam komposit gigi (Anusavice, 2004).

Monomer yang memiliki berat molekul tinggi, khususnya bis-GMA sangatlah kental pada temperatur ruang. Untuk memperoleh tingkat pengisi yang tinggi dan menghasilkan konsistensi pasta yang dapat digunakan secara klinis penggunaan monomer pengental sangat penting. Pengencer yang dapat digunakan dapat berupa monomer metakrilat tetapi yang biasa digunakan adalah monomer dimetakrilat,

seperti TEGDMA. Adanya pengurangan viskositas TEGDMA yang ditambahkan dengan bis-GMA adalah bermakna (Anusavice, 2004).

2. Bahan pengisi/filler

Filler merupakan partikel anorganik. Tipe, konsentrasi, ukuran partikel dan penyebaran ukuran partikel *filler* yang digunakan untuk resin komposit mempengaruhi sifat dari resin itu sendiri. *Filler* yang paling sering digunakan adalah quartz, campuran silika dan beberapa jenis *glass* termasuk alumino-silicates dan borosilicates, beberapa mengandung barium oxide (McCabe & Walls, 2009).

Sebagian besar komposit memiliki filler dengan rata-rata diameter berkisar antara 0,2 sampai 3 μm (fine particles) atau 0,04 μm (microfine particles) (R.G. Craig, 2004). Partikel silika dengan ukuran koloidal (kira-kira 0,04 μm), secara kolektif disebut bahan pengisi mikro, dan diperoleh dari proses pirolitik atau presipitasi/pengendapan. Selama proses pirolitik atom-atom silikon yang terdapat didalam senyawa dengan berat molekul yang rendah, seperti SiCl_4 , yang secara tipikal terpolimerisasi dengan pembakaran SiCl_4 dalam atmosfer O_2 dan H_2 . Selama proses ini, molekul makro yang mengandung SiO_2 dibentuk, karena itulah partikel ini disebut partikel silika pirogenik. Molekul ini berbentuk koloidal dan membentuk partikel *filler* (Anusavice, 2004).

Keuntungan *filler*

Tujuan utama dari filler yaitu untuk memperkuat komposit dan untuk mengurangi komposisi matriks di dalam resin komposit. Beberapa sifat penting dari komposit gigi ditingkatkan oleh peningkatan *filler* seperti (Craig, Powers, & Wataha, 2004):

1. Menambah kekuatan resin matriks, mengakibatkan peningkatan kekerasan, kekuatan dan penurunan pemakaian.
2. Mengurangi penyusutan ketika polimerisasi
3. Mengurangi ekspansi termal dan kontraksi
4. Meningkatkan kemampuan kerja dengan cara menaikkan viskositasnya (campuran antara monomer cair dengan filler yang menghasilkan konsistensi pasta)
5. Mengurangi penyerapan air, menghaluskan serta memberikan warna
6. Meningkatkan radiopak dan adanya diagnostik yang sensitif melalui penggabungan antara strontium (Sr) dan glass barium (Br) dan komponen logam berat lainnya yang di absoprsi oleh X-ray

3. Bahan Coupling

Silane digunakan untuk memberikan ikatan yang baik antara *filler* dan matriks resin, karena memiliki 2 fungsi yaitu dapat bereaksi dengan *filler* dan dapat bereaksi dengan matriks organik (Craig et al., 2004). Agar resin komposit memiliki sifat mekanik yang baik, *filler* dan matriks resin harus berikatan satu sama lain. Jika ada kerusakan antara ikatan *filler* dan matriks resin, tekanan yang berada di bawah beban tidak akan efektif untuk disebarkan ke seluruh material sehingga ikatan antara *filler* dan matriks resin menjadi sumber pertama terjadinya fraktur, yang berikutnya mengarah ke disintegrasi komposit.

Adanya ikatan yang kuat dan tahan lama antara *filler* dan matriks resin sangatlah penting. Jika tidak ada ikatan sama sekali diantara keduanya, tekanan akan berpindah ke matriks resin dan *filler* tidak berfungsi secara efisien sehingga konsekuensinya tekanan akan dibawa seluruhnya oleh matriks resin dan berakibat terjadinya pengerutan dan frakturnya tambalan resin komposit (Noort, 2006). Organosilane (3-*methacryloxypropyl trimethoxysilane*) merupakan bahan coupling yang paling sering digunakan (Khaled, 2011).

4. Inisiator dan akselerator

Prinsip utama yang digunakan untuk mencapai polimerisasi adalah dengan menggunakan *visible light-curing*. Dalam prinsip ini, polimerisasi resin komposit terjadi apabila terpapar sinar biru. Diketon berfungsi

sebagai inisator dan organik amina berfungsi sebagai akselerator, kedua zat ini dapat berada dalam satu komposisi resin komposit dan tidak akan terjadi reaksi polimerisasi apabila kedua zat tersebut tidak terpapar sinar biru. Ketika cahayadari sinar biru diserap oleh diketon maka reaksi polimerisasi akan terjadi jika munculnya organik amina. Dibutuhkan sekitar 20-40 detik pemaparan cahaya sinar biru agar terjadi polimerisasi (Anusavice, 2004).

Ada tiga tahapan terjadinya proses polimerisasi yaitu tahap inisiasi pada tahap ini molekul besar terurai karena proses panas menjadi radikal bebas. Proses tersebut menggunakan sinar tampak dengan panjang gelombang 460-485 nm. Tahap kedua adalah propagasi, monomer-monomer yang sudah diaktifkan akan yang saling berikatan pada tahap ini sehingga terbentuknya polimer dengan jumlah monomer tertentu. Tahap ketiga adalah tahap terminasi dimana terbentuknya rantai molekul yang stabil (AGUIAR, OLIVEIRA, LIMA, PAULILLO, & LOVADINO, 2007).

4.1. Resin yang diaktifkan secara kimia

Bahan dapat diaktifkan secara kimia menggunakan 2 pasta, satu pasta mengandung inisiator benzoyl peroksida dan satu pasta yang lainnya mengandung aktivator amin tersier (N,N-dimetil-p-tolouidin). Untuk membentuk radikal bebas, kedua pasta di aduk sehingga amin akan

bereaksi dengan benzoil peroksida, dan polimerisasi tambahan akan dimulai (Anusavice, 2004).

4.2. Sistem fotoinisiator dan aktivator

Camphorquinone (CQ) adalah salah satu gugus diketone yang umum digunakan sebagai fotoinisiator karena dapat menyerap cahaya tampak berwarna biru dengan panjang gelombang antara 400-500 nm dan panjang gelombang 456nm merupakan panjang gelombang yang paling optimal digunakan (Anusavice, 2004).

C. Sifat resin komposit

1. *Polymerization shrinkage*

Resin komposit yang diaktifkan menggunakan sinar akan mengalami *polymerization shrinkage* ke arah sumber sinar (Bektas, Hürmüzlü, & Eren, 2012). karena kandungan resin pada microhybrid lebih sedikit, *polymerization shrinkage* pada microhybrid komposit lebih rendah dibanding dengan microfilled. Walaupun penggunaan etsa asam sebagai agen bonding pada enamel dan dentin, tekanan yang berasal dari *polymerization shrinkage* dapat menaikkan kekuatan dari komposit ke struktur gigi dan dampaknya, dapat terjadi kebocoran marginal (Craig et al., 2004).

Ada 2 teknik untuk mengatasi atau meminimalkan efek dari *polymerization shrinkage*. Metode pertama lakukan polimerisasi pada permukaan komposit, sehingga sangat efektif untuk mengurangi

shrinkage, metode kedua adalah dengan menggunakan laboratorium (indirect), inlay komposit pada DIE dan kemudian lapisankan tipis semen onlay ke gigi dengan semen komposit(Craig et al., 2004).

2. *Thermal conductivity*

konduktivitas termal resin komposit jauh lebih rendah daripada restorasi yang digunakan untuk logam. Resin komposit juga memiliki ikatan yang baik dan hampir menyerupai ikatan antara enamel dan dentin. Oleh karena itu, resin komposit memberikan isolasi termal yang baik untuk pulpa gigi(Craig et al., 2004).

3. *Thermal expansion*

Thermal expansion dari resin komposit lebih baik daripada struktur gigi, resin komposit memiliki perubahan dimensi yang sangat baik saat perubahan suhu daripada struktur gigi. Makin banyak kandungan matriks resinnya makin tinggi koefisien termal dari thermal expansion karena polimer memiliki kadar yang lebih tinggi daripada *filler*. Oleh karena itu, *thermal expansion* dari microfilled komposit memiliki kadar yang lebih tinggi daripada komposit microhybrid komposit(Craig et al., 2004).

d. Klasifikasi Resin Komposit

Resin komposit diklasifikasikan berdasarkan komposisi, jumlah dan sifat dari *filler* atau fase matriks resin berdasarkan cara penanganan sifatnya. Metode klasifikasi yang paling umum adalah berdasarkan kadar *filler* (berat atau volume dalam persen), ukuran partikel *filler*, dan

metode cara penambahan *filler*. Resin komposit juga dapat dipisahkan berdasarkan basis dari komposisi matriks (bis-GMA atau UEDMA) atau metode polimerisasi (self-curing, UV-light-curing, visible light-curing, dual-curing, or staged curing). Selama proses polimerisasi resin komposit *light-cure* memerlukan bantuan sinar UV, sedangkan resin komposit *self-cure* tidak memerlukan sinar UV selama polimerisasi. Lain hal dengan *dual-cure*, resin komposit jenis ini dapat terpolimerisasi dengan sendirinya atau menggunakan sinar UV. *Light-cure* sinar tampak memerlukan panjang gelombang sinar tampak selama polimerisasi sedangkan *staged-cure* memerlukan polimerisasi secara bertahap (Roberson, Heymann, & Edward J. Swift, 2006).

Klasifikasi komposit berdasarkan ukuran partikel *filler* dibagi menjadi megafill, macrofill, midifill, minifill, microfill, dan nanofill. Komposit yang berisi campuran ukuran partikel disebut hybrid. Suatu partikel digolongkan menjadi megafill jika partikel tersebut mempunyai ukuran yang sangat besar per partikelnya. Suatu komposit yang memiliki partikel filler berukuran antara 10-100 μm disebut macrofiller, midifiller berukuran antara 1-10 μm , minifillers antara 0,1- 1 μm , microfillers antara 0,01- 0,1 μm , dan *Nanofillers* antara 0,001-0,01 μm (Roberson et al., 2006).

Secara garis besar, klasifikasi menurut komposisi ukuran partikel adalah sebagai berikut:

1. Homogen

diklasifikasikan sebagai homogen jika komposit hanya mengandung satu jenis partikel *filler* dan material matriks uncured (Roberson et al., 2006).

2. Heterogen

Suatu komposit dikatakan heterogen jika terdiri dari komposit precured dan *filler* lain yang tidak umum (Roberson et al., 2006).

3. Hybrid

Resin komposit hybrid dikembangkan setelah menyadari microfills dengan *filler* yang sangat tinggi sulit untuk digunakan, resin komposit diformulasikan dengan campuran microfiller dengan ukuran partikel antara 2-5 μm , dan campuran ini dengan level *filler* yang tinggi tetap memberikan hasil akhir yang baik (Roberson et al., 2006).

4. Nanofiller

Resin komposit *Nanofiller* memiliki partikel *filler* yang sangat kecil (0,005-0,01 μm). Ukuran partikel *filler* yang sangat kecil ini memiliki keuntungan yaitu memudahkan proses pemolesan. Ukuran partikel *filler* yang sangat kecil juga memiliki kerugian yaitu menyebabkan partikel mudah menggumpal. Oleh karena itu, pada resin komposit ini dilakukan *packaging* yang optimal. Kandungan *filler* dalam *Nanofiller* berkisar antar 55-65 %, semakin tinggi kandungan *filler* semakin tinggi tingkat porusitasnya (Pickering, 2016). Salah satu jenis resin komposit *Nanofiller* adalah resin komposit filtek Z350. Resin

komposit filtek Z350 mengandung komposisi yang terdiri dari BIS-GMA, BIS-EMA, UDMA dan sedikit TEGDMA sebagai matriks resin, sedangkan *fillernya* terdiri dari kombinasi *filler* nanosilika dengan ukuran 20nm yang tidak berkelompok, dan ikatan bebas zirconia/silica nanocluster yang mengandung kumpulan zirconia primer/partikel silika yang terdiri dari ukuran 5-20 nm sedangkan ukuran partikel cluster terdiri dari 0,6-1,4 mikron. Jumlah *filler* yang terkandung sebanyak 78,5% wt (Jayanthi & Vinod, 2013).

2. Sisal

a. Pengertian sisal

Agave sisalana atau yang biasa disebut sisal, merupakan sebuah tumbuhan *herbaceous monocotyledonous* dari famili Agavaceae. Tanaman ini merupakan tumbuhan asli dari Amerika dan Mexico. Sisal dapat tumbuh di banyak negara tropik seperti Tanzania dan Brazil yang merupakan 2 negara penghasil sisal terbesar di dunia (Debnath, Pandey, Sharma, Thakur, & Lal, 2010). Satu tanaman sisal memiliki sekitar 200-250 daun dan satu daun terdiri dari 1000-1200 bundel serat (Ahmad, 2011). Sisal merupakan salah satu serat alam yang paling banyak digunakan dan dibudidayakan. Serat sisal merupakan serat yang berasal dari proses ekstraksi daun tanaman sisal (*Agave sisalana*). Tumbuhan sisal tumbuh sebagai pagar dan tumbuh liar disepanjang rel kereta api di India (Kusumastuti, 2009).



Gambar 1. *Agave sisalana*

b. Komposisi sisal

Komposisi serat sisal sudah diteliti oleh beberapa peneliti. Hasil penelitian Ansell, 1971 menemukan bahwa serat sisal mengandung 78% sellulosa, 8% lignin, 10% hemi-celluloses, 2% wax dan 1% ash; akan tetapi Rowell, 1992 menyatakan bahwa sisal mengandung 43-56% sellulosa, 7-9% lignin, 21-24% pentosan dan 0.6-1.1% ash. Menurut Joseph *et al* 1996, sisal mengandung 85-88% sellulosa. Banyaknya variasi komposisi kimia serat sisal ini disebabkan oleh perbedaan asal dan umur serat serta metode pengukuran yang digunakan. Selain selulosa, fiber yang berasal dari tanaman juga mengandung zat alami yang penting yaitu lignin. Sel-sel yang berbeda dari serat tanaman terikat bersama lignin yang bertindak sebagai bahan sementasi. Kandungan lignin dari serat tanaman memengaruhi struktur, sifat dan morfologi (Joseph, James, Thomas, & Carvalho, 1999).

c. Manfaat nanosisal dan cara pengolahannya

Serat sisal sangat potensial digunakan sebagai komposit bagi bahan bangunan, kendaraan, rel kereta api, geotekstil, hingga kemasan. Sebagai atap bangunan, serat sisal dianggap ramah lingkungan dibanding asbes yang bersifat karsinogen. Sebagai bahan bangunan, sisal sering digunakan sebagai komposit substitusi kayu, kusen, pintu, atap hingga digunakan pada bangunan tahan gempa karena tahan lama dan murah. Di bidang otomotif, serat sisal digunakan sebagai panel mobil, sandaran kursi, dan bantalan rem.

Sifat serat sisal yang 10% lebih ringan, hemat energi produksi hingga 80%, dan hemat biaya hingga 5%. Bahan kemasan seperti tas, krat, kontainer yang awalnya menggunakan kayu kini menggunakan komposit sisal yang jauh lebih murah. Serat komposit polimer pada perahu telah digantikan oleh sisal sebagai penguatnya (Kusumastuti, 2009).

Cara pengolahan serat sisal memiliki beberapa tahap. Tahap pertama serat sisal dipotong dengan *Tecator sample grinder* (Cyclotec-1093 mill sampel,) sampai diperoleh partikel yang halus. Serat kemudian diberi perlakuan dengan menggunakan 4 wt% larutan natrium hidroksida pada suhu 80 °C dalam bak air selama 2 jam sambil diaduk menggunakan *magnetic stirring*. Perlakuan ini dilakukan sampai tiga kali untuk menghilangkan konstituen lain selain selulosa dari serat. Setelah masing-masing perlakuan, serat kemudian disaring dan dicuci dengan air suling sampai kandungan alkalinya hilang. Tahap selanjutnya adalah bleaching

yang berfungsi untuk mengambil selulosa murni. Larutan yang digunakan untuk bleaching mengandung larutan (27 g NaOH dan Hidrogen Peroksida dan klorit cair (1,7 wt% NaClO₂ dalam air). Bleaching dilakukan pada suhu 80 °C selama 4 jam sambil diaduk menggunakan *magnetic stirrer* dan diulang empat kali. Setelah masing-masing perlakuan, serat disaring dan dicuci dengan air suling. Serat kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 60 °C selama 24 jam. Serat kering kemudian digiling hingga menjadi bubuk halus menggunakan penggiling Philips (HR2021-400 W).

Serat kering yang telah menjadi bubuk halus dilakukan hidrolisis asam pada suhu 50 °C dalam bak air, selama sekitar 50 menit dengan menggunakan asam sulfat 65 wt%, sambil diaduk dengan *magnetic stirrer*. Kandungan bahan kimia pada semua perawatan serat berkisaran antara 5-6 wt%. Untuk menghentikan reaksi, suspensi diencerkan dengan es batu. Kemudian dilakukan pencucian berturut-turut dalam centrifuge (Harrier 18/80 Refrigerated Centrifuge, Model MSB080.CR1.K) pada suhu 10 °C dan 5000 rpm selama 30 menit. Dialisis (SnakeSkin® lipit dialisis Tubing-3500 MWCO) terhadap air suling dilakukan untuk menghilangkan asam bebas dalam dispersi. Hal ini sudah diverifikasi dengan menentukan netralitas limbah dialisis. dispersi lengkap nano-whiskers diperoleh dengan cara ultrasonikasi menggunakan Processor Cole-Parmer Ultrasonic (Model CP 505, 500 Watts). Nanosial terdispersi menjadi bahan yang hidrofilik kemudian disaring melalui No 1 fritted glass

filter untuk menghilangkan sisa-sisa agregat, dan kemudian agar sisal di *freeze-dried* menggunakan *Freeze Dryer* (Flex-Dry™ μ P Microprocessor Control, FTS Systems, Inc., USA) agar nanosisal menjadi bahan yang hidrofobik sehingga diperoleh nanosisal semi padat kemudian nanosisal disimpan di dalam kulkas untuk mencegah timbulnya jamur.

3. Mekanisme ikatan antara matriks resin komposit dengan *filler* nanosisal

Material matriks diklasifikasikan berdasarkan penyusun dasar kimianya, yaitu termoplastik dan termoset. Epoxy resin merupakan matriks termoset yang paling sering digunakan. Epoxy resin terbentuk karena adanya reaksi antara *epichlorohydrin* dengan bisphenol (Singla & Chawla, 2010).

Polimer epoxy dan nanosisal merupakan bahan organik. Kedua material tersebut dapat berikatan dengan baik karena keduanya merupakan material organik. Beberapa jenis ikatan yang dapat terjadi pada interface bonding polimer epoxy dan serat alami adalah *mechanical bonding* yang merupakan mekanisme ikatan yang saling mengunci terjadi pada dua permukaan yaitu resin dan serat yang kasar namun beban harus paralel terhadap interface. *Electrostatic Bonding* salah satu jenis ikatan terjadi akibat adanya gaya tarik antara dua permukaan yang berbeda muatan listrik pada skala atomik. Namun ikatan ini akan sempurna bila tidak ada kehadiran gas pada permukaan serat dan ikatan yang terakhir adalah *chemical bonding* yang terjadi akibat adanya energi yang lebih bersifat kimia. Besarnya ikatan ini diperoleh dari sekumpulan ikatan kimia yang

bekerja pada luas penampang serat sesuai jenis ikatan kimia yang ada pada serat maupun resin (Betan & As, 2014)

4. Kekerasan bahan Resin Komposit

Kekerasan adalah daya tahan material terhadap fraktur, yang merupakan indikasi dari berapa banyak jumlah energi yang dibutuhkan untuk menyebabkan fraktur (Craig et al., 2004). Kekerasan bergantung dengan kekuatan dan kelenturan. Semakin tinggi kekuatan dan kelenturannya (regangan plastis total) maka semakin besar kekerasannya sehingga suatu bahan yang keras umumnya kuat, walaupun suatu bahan yang kuat belum tentu keras (Anusavice, 2004). Pengukuran kekerasan dapat digunakan untuk membandingkan jenis-jenis komposit yang berbeda dan memberikan indikasi daya tahan penggunaan komposit (Noort, 2006).

Uji kekerasan dimasukkan ke dalam sejumlah spesifikasi ADA terkait bahan kedokteran gigi (Anusavice, 2004):

1. Uji kekerasan Brinell

Uji kekerasan ini adalah salah satu uji kekerasan tertua yang digunakan untuk menentukan kekerasan logam, dalam uji kekerasan ini sebuah bola logam keras ditekan dengan beban tertentu pada permukaan bahan yang akan dipoles. Beban dibagi dengan area indentasi permukaan, kemudian angka yang diperoleh dianggap sebagai angka BHN atau angka kekerasan brinell. Hasil dari uji ini, semakin kecil indentasi, semakin besar angkanya dan semakin keras bahan tersebut. Uji kekerasan ini dalam kedokteran gigi biasa digunakan untuk menentukan kekerasan logam dan bahan bersifat logam yang biasa digunakan di kedokteran gigi (Anusavice, 2004).

2. Uji kekerasan Vickers

uji kekerasan ini menerapkan prinsip yang sama dengan uji kekerasan brinell. Akan tetapi, bukan bola logam yang digunakan melainkan berlian berbentuk piramid dengan alas bujur sangkar. Cetakan yang digunakan berbentuk belah ketupat, lalu panjang diagonal terbesar kemudian dirata-rata. Cetakan yang digunakan pada uji ini berbentuk bujur sangkar. Walaupun cetakan yang digunakan berbeda dengan cetakan pada uji brinell, metode untuk menghitung VHN atau angka kekerasan *vickers*. Uji ini dilakukan pada spesifikasi ADA untuk logam emas cor gigi (Anusavice, 2004).

Uji kekerasan vickers dilakukan untuk mengetahui kekerasan permukaan hasil identasi dengan Vickers Hardness Test dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

—

Keterangan :

HV : Vickers Hardness number (kg/)

F : Tekanan (kgf)

d : Panjang diagonal rata-rata indentasi (mm)

3. Uji kekerasan Knoop

Uji kekerasan ini menggunakan alat indentasi berlian yang dipotong dalam konfigurasi geometrik. Cetakan uji ini berbentuk belah ketupat, panjang diagonal terbesar diukur. Daerah yang terproyeksi dibagi dengan beban, menghasilkan KHN atau angka kekerasan Knoop(Anusavice, 2004).

4. Uji kekerasan Rockwell

Uji ini gak serupa dengan uji kekerasan Brinell. Pada uji ini digunakan bola logam atau berlian dengan ujung konus. Uji ini mengukur kedalaman penetrasi yang diukur secara langsung dengan petunjuk ukur pada instrumen. RHN atau angka kekerasan Rockwell dirancang sesuai alat indentasi tertentu dan beban yang digunakan(Anusavice, 2004).

B. Landasan Teori

Resin komposit merupakan salah satu bahan material yang digunakan untuk mengganti struktur gigi yang hilang dan banyak digunakan saat ini karena meningkatkan warna gigi secara estetik dibandingkan bahan tumpatan gigi yang lain. Komposisi resin komposit terdiri dari Matriks resin, *filler* (bahan pengisi) anorganik dan coupling agent. Matriks resin yang merupakan bahan resin plastik yang membentuk fase kontinyu dan berfungsi mengikat partikel filler. *Filler* (bahan pengisi anorganik) berfungsi memperkuat partikel atau serat yang berada di dalam matriks. Bahan coupling berfungsi mengikat secara adhesi antara *filler* (bahan pengisi) dan matriks resin.

Klasifikasi komposit berdasarkan ukuran partikel *filler* dibagi menjadi megafill, macrofill, midifill, minifill, microfill, dan nanofill. Komposit yang berisi campuran ukuran partikel disebut hybrid. Resin komposit *Nanofiller* memiliki estetis yang baik, serta kekuatan dan ketahanan yang hampir sama dengan mikrofiller. Ukuran *filler* resin komposit dapat berpengaruh terhadap sifat fisik dan mekanis resin komposit. *Filler* yang berukuran nano akan mudah dipolish serta menghasilkan tambalan resin komposit yang mengkilat.

Partikel bahan pengisi resin komposit atau *filler* yang sekarang digunakan, berasal dari bahan anorganik, seperti silika koloidal, glass, quartz, barium, strontium, dan zirconium. Komposisi *filler* yang biasa digunakan adalah glass. Namun, material glass memiliki kelemahan yang sangat serius. Glass di produksi dengan proses energi dan sangat bergantung dengan bahan bakar fosil yang digunakan sebagai bahan produksinya. Selain itu, glass

memiliki sifat abrasif saat proses pengolahannya sehingga pekerja yang mengolah glass beresiko terhadap kesehatan yang tidak baik. Glass juga bersifat non biodegradable, tak dapat diperbaharui, dan memiliki dampak lingkungan yang buruk seperti hal emisi polutan. Oleh karena itu, serat alam sebagai bahan penguat dalam komposisi matriks polimer menjadi perhatian peneliti karena memiliki potensial yang tinggi untuk menggantikan sintesis bahan penguat seperti glass.

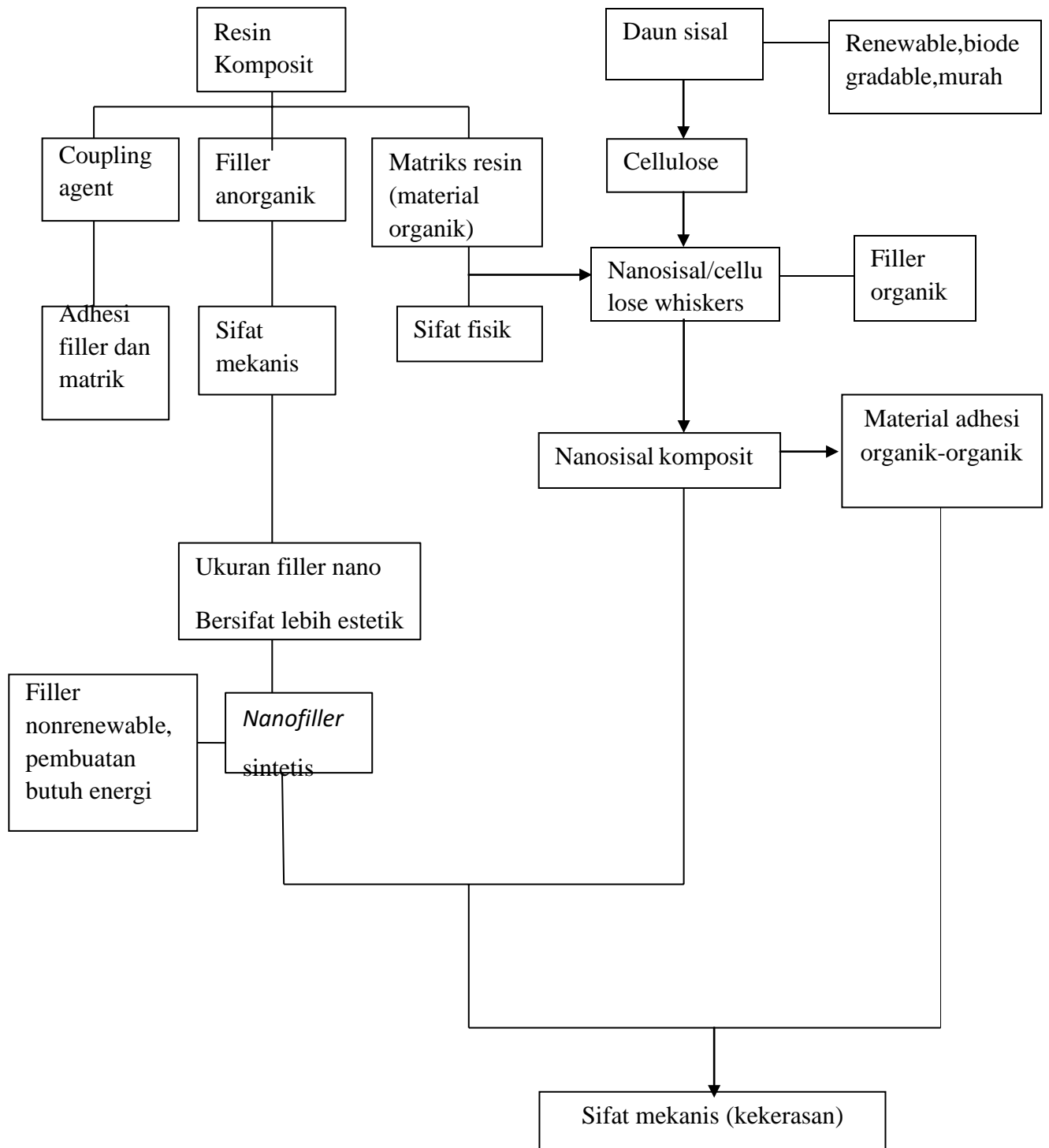
Di bidang kedokteran gigi penggunaan serat (*fiber*) alam masih jarang digunakan, salah satu jenis serat alam yang dapat dikembangkan adalah serat sisal (*Agave sisalana*), namun saat ini penggunaan sisal masih sangat terbatas pada bidang pertanian dan kelautan. Sifat mekanis serat (*fiber*) alam yang digunakan sebagai penguat polymer dapat ditingkatkan dengan dilakukan *surface treatment*. Sisal dibuat dalam ukuran nano melalui tiga tahap proses, yaitu: *scouring*, *bleaching*, dan ultrasonifikasi, sehingga diperoleh nanosisal/*cellulose whiskers*.

Bionanocomposites merupakan material yang terbuat dari campuran antara polimer dan nanopartikel yang dapat diperbaharui (contohnya *cellulose whisker* dan *microfibrillated cellulose*). Dua material tersebut merupakan material organik yang dapat berikatan dengan baik.

Resin komposit memiliki beberapa sifat mekanis, yaitu kekuatan tekan, kekerasan, tekanan geser, dan tekanan fleksural. Kekerasan merupakan salah satu sifat mekanis resin komposit. Kekerasan adalah suatu sifat yang digunakan untuk memperkirakan ketahanan aus suatu bahan dan kemampuannya untuk

mengabrasi struktur gigi antagonis. Kekerasan suatu material merupakan suatu parameter fisik material. Semakin keras suatu material, maka material tersebut memiliki ketahanan terhadap gesekan.

C. Kerangka Konsep



Gambar 2. Kerangka Konsep

D. Hipotesis

Terdapat pengaruh nanosisal sebagai *filler* terhadap kekerasan bahan resin komposit.

BAB III METODE PENELITIAN

A. Jenis penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian eksperimental laboratories (murni)

B. Tempat dan Waktu penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium FMIPA Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, Laboratorium Bahan D3 Jurusan Teknik Mesin dan industri Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, Laboratorium Mikrobiologi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dan Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Waktu penelitian di mulai dari bulan Januari- April 2017.

C. Sampel penelitian

Pada penelitian ini subyek yang digunakan adalah resin komposit *Nanofiller* sintetis (Z350, 3M ESPE) yang di cetak pada cetakan yang terbuat dari bahan akrilik dengan ukuran diameter 5 mm dan tebal 2 mm dengan jumlah 5 sampel tiap kelompok.

Sampel penelitian ini didapat menggunakan rumus Lameshow dkk. (1997) :

$$N = \frac{Z^2_{1-\alpha/2}\sigma^2}{d^2}$$

Keterangan rumus:

n = Jumlah sampel tiap kelompok

Z = Harga standar normal pada α tertentu yang digunakan dalam penelitian

σ = Variansi populasi yang dapat di estimasi dari simpangan baku penelitian sejenis sebelumnya

d = Presisi (0,01 – 0,25)

Berdasarkan rumus tersebut, maka perhitungan besar sampel penelitian ini adalah :

$$Z = 1,96 \quad (\alpha = 0,05 \quad Z_{1-\alpha/2} = Z_{0,975} = 1,96)$$

$$\sigma = 0,135 \quad (\text{Sano dkk., 1994})$$

$$d = 0,155 \quad (\text{Darmawangsa, 2005})$$

$$n = 5,294000756 \text{ dibulatkan menjadi } 5$$

Sehingga dari hasil perhitungan, jumlah sampel yang digunakan tiap kelompok adalah 5 sampel.

D. Identifikasi Variabel

1. Variabel pengaruh : volume filler resin komposit nanosisal

Rumus perhitungan setiap konsentrasi filler nanosisal =

$$\text{Ppm berat (wt)} = \text{wt\%} \times \text{berat jenis} \times 1000$$

A). Diketahui berat jenis sisal 60% adalah 45 gram

Ppm berat (wt) untuk sampel 60% adalah =

$$Wt = \frac{60\% \times 45 \times 1000}{10.000}$$

$$Wt = 0,003 \text{ gram}$$

B). Diketahui berat jenis sisal 65% adalah 76 gram

$$Wt = \frac{65\% \times 76 \times 1000}{10.000}$$

$$= \frac{49400}{10.000} = 4,94 \frac{\text{mg}}{\text{g}} = 0,0049 \text{ gram dibulatkan menjadi } 0,005 \text{ gram}$$

C). Diketahui berat jenis sisal 70% adalah 100 gram

$$Wt = 70\% \times 100 \times 1000$$

$$= \frac{70000}{10000} = 7 \frac{\text{mg}}{\text{g}} = 0,007 \text{ gram}$$

2. Variabel terpengaruh :

Kekerasan pada resin komposit *Nanofiller* dan nanosisal

3. Variabel terkendali

1. Jenis sisal

- Serat sisal (*Agave sisalana*)

2. Ukuran sampel uji vicker hardness test (diameter 5mm, t: 2 mm)

3. Jenis visible light cure: tungsten halogen

4. Panjang gelombang sinar: 450nm

5. Jarak penyinaran: selapis selluloid strip

4. Variabel tidak terkendali

1. Kekerasan

2. Porusitas

E. Definisi Operasional

1. Jenis sisal merupakan material yang berfungsi sebagai material penguat yang ditambahkan pada resin komposit. Pada penelitian ini digunakan serat alam sisal (*Agave sisalana*) yang berbentuk bundel (serat alam), kemudian diolah di laboratorium sehingga diperoleh sediaan nanosisal.

2. Kekerasan adalah daya tahan material terhadap fraktur, yang merupakan indikasi dari berapa banyak jumlah energi yang dibutuhkan untuk menyebabkan fraktur. Uji kekerasan menggunakan uji kekerasan vickers dalam satuan kg/ .

F. Bahan dan Alat Penelitian

1. Bahan penelitian

- a. Serat sisal (*Agave sisalana*), Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat (Balittas), Malang, Indonesia.
- b. Resin komposit *Nanofiller* sintesis (Z350, 3M ESPE).
- c. ethanol
- d. NaOH 6%
- e. CH₃COOH 6%
- f. aquades steril
- g. champorquinone
- h. Bis-GMA
- i. TEGDMA
- j. UDMA

2. Alat Penelitian

- a. Visible light cure
- b. Cetakan sampe uji vicker hardness test berbentuk silindris (diameter 5mm, t: 2mm)
- c. *Magnetic stirrer*
- d. Selluloid strip

- e. Glass plate
- f. Pinset
- g. Plastik instrument
- h. condensor
- i. Timbangan digital
- j. *Incubator*
- k. Micropipet
- l. Cawan petri
- m. Tabung reaksi
- n. Alat uji kekerasan vickers
- o. Sonifikasi
- p. Grinder

G. Jalannya Penelitian

1. Pembuatan nanosisal

Cara pengolahan serat sisal memiliki beberapa tahap. Tahap pertama serat sisal dipotong dengan *Tecator sample grinder* (Cyclotec-1093 mill sampel,) sampai diperoleh partikel yang halus. Serat kemudian diberi perlakuan dengan menggunakan 4 wt% larutan natrium hidroksida pada suhu 80 °C dalam bak air selama 2 jam sambil diaduk menggunakan *magnetic stirring*. Perlakuan ini dilakukan sampai tiga kali untuk menghilangkan konstituen lain selain selulosa dari serat. Setelah masing-masing perlakuan, serat kemudian disaring dan dicuci dengan air suling sampai kandungan alkalinnya hilang. Tahap selanjutnya adalah bleaching

yang berfungsi untuk mengambil selulosa murni. Larutan yang digunakan untuk bleaching mengandung larutan (27 g NaOH dan Hidrogen Peroksida dan klorit cair (1,7 wt% NaClO₂ dalam air). Bleaching dilakukan pada suhu 80 °C selama 4 jam sambil diaduk menggunakan *magnetic stirrer* dan diulang empat kali. Setelah masing-masing perlakuan, serat disaring dan dicuci dengan air suling. Serat kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 60 °C selama 24 jam. Serat kering kemudian digiling hingga menjadi bubuk halus menggunakan penggiling Philips (HR2021-400 W).

Serat kering yang telah menjadi bubuk halus dilakukan hidrolisis asam pada suhu 50 °C dalam bak air, selama sekitar 50 menit dengan menggunakan asam sulfat 65 wt%, sambil diaduk dengan *magnetic stirrer*. Kandungan bahan kimia pada semua perawatan serat berkisaran antara 5-6 wt%. Untuk menghentikan reaksi, suspensi diencerkan dengan es batu. Kemudian dilakukan pencucian berturut-turut dalam centrifuge (Harrier 18/80 Refrigerated Centrifuge, Model MSB080.CR1.K) pada suhu 10 °C dan 5000 rpm selama 30 menit. Dialisis (SnakeSkin® lipit dialisis Tubing-3500 MWCO) terhadap air suling dilakukan untuk menghilangkan asam bebas dalam dispersi. Hal ini sudah diverifikasi dengan menentukan netralitas limbah dialisis. dispersi lengkap nano-whiskers diperoleh dengan cara ultrasonikasi menggunakan Processor Cole-Parmer Ultrasonic (Model CP 505, 500 Watts). Nanosial terdispersi menjadi bahan yang hidrofilik kemudian disaring melalui No 1 fritted glass

filter untuk menghilangkan sisa-sisa agregat, dan kemudian agar sisal di freeze-dried menggunakan Freeze Dryer (Flex-Dry™ μ P Microprocessor Control, FTS Systems, Inc., USA) agar nanosisal menjadi bahan yang hidropobik sehingga diperoleh nanosisal semi padat kemudian nanosisal disimpan di dalam kulkas untuk mencegah timbulnya jamur.

2. Pembuatan sampel (nanosisal komposit, *Nanofiller* sintesis komposit)

Nanosisal semi padat seberat 0,003 gram diletakkan pada glass plate dicampur dengan 0,5 gram Bis-GMA, 0,02 gram TEGDMA, 0,02 gram UDMA, 0,009 gram Champroquinone, diaduk sampai merata sehingga diperoleh adonan nanosisal komposit 60% lalu dimasukkan dalam cetakan dan disinari dengan *visible light cure* selama 40 detik. Nanosisal komposit 60% yang telah keras disebut sebagai kelompok A.

Nanosisal semi padat seberat 0,005 gram diletakkan pada glass plate, dan dicampur dengan 0,5 gram Bis-GMA, 0,02 gram TEGDMA, 0,02 gram UDMA, 0,009 gram Champroquinone, diaduk merata sehingga diperoleh adonan nanosisal komposit 65% dan kemudian dimasukkan dalam cetakan dan disinari dengan *visible light cure* selama 40 detik. Nanosisal komposit 65% yang telah keras sebagai kelompok B.

Nanosisal semi padat seberat 0,007 gram gram diletakkan pada glass plate dan dicampur dengan 0,5 gram Bis-GMA, 0,02 gram TEGDMA, 0,02 gram UDMA, 0,009 gram Champroquinone, diaduk sampai merata sehingga diperoleh adonan nanosisal komposit 70% dan kemudian dimasukkan dalam cetakan dan disinari dengan *visible light*

cure selama 40 detik. Nanosisal komposit 70% yang telah keras disebut sebagai kelompok C.

Nanofiller komposit diambil dalam tube dengan menggunakan plastis instrumen, dimasukkan dalam cetakkan dan disinari dengan visible light cure selama 40 detik, sehingga resin komposit mengeras dan disebut sebagai kelompok D.

Setelah semua sampel dibuat selanjutnya resin komposit kelompok A, B, C, D direndam di dalam aquades agar tidak terkontaminasi oleh cahaya yang berasal dari luar, kemudian disimpan dalam Inkubator dengan suhu 37°C selama 24 jam agar terbentuk polimerisasi yang sempurna. Setelah 24 jam sampel dikeluarkan dalam inkubator dan dikeringkan dengan kertas penyerap air.

3. Uji Kekerasan

Kelompok A, B dan C dilakukan uji mekanis yaitu berupa uji kekerasan. Setiap sampel pada semua kelompok diletakkan dalam uji kekerasan. Selanjutnya data yang diperoleh dimasukkan kedalam rumus untuk menentukan Vickers Hardness Test (VHN) yang diperoleh melalui rumus:

—

Keterangan :

H : Vickers Hardness number (kg/)

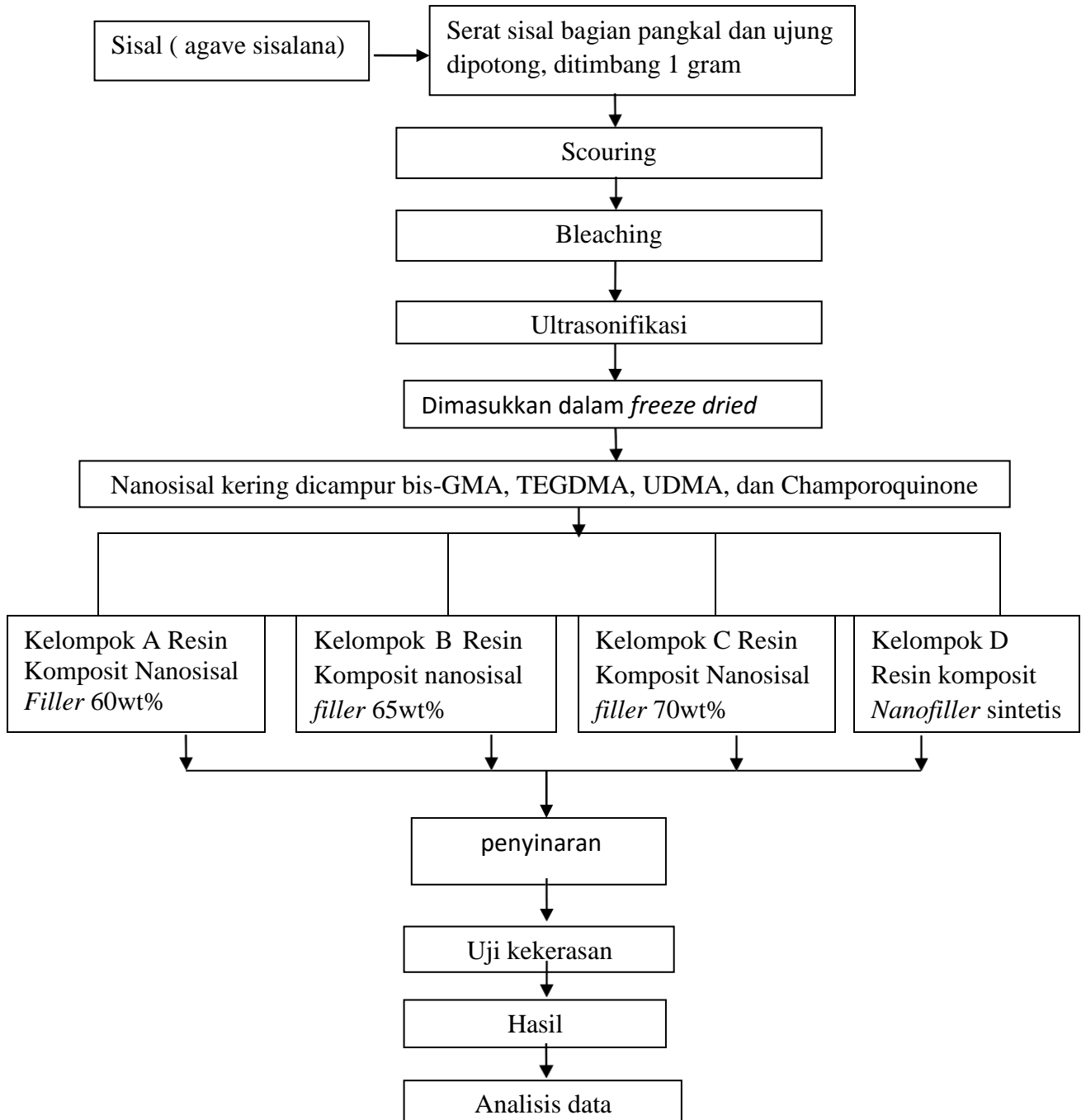
F : Beban (kgf)

d : Panjang diagonal rata-rata indentasi (mm)

H. Analisis data

Untuk menentukan distribusi normal, data dianalisis dengan uji Shapiro-wilk karena sampel kurang dari 50. Selanjutnya data dianalisis secara statistika menggunakan uji *one way anova* dan uji LSD jika memenuhi persyaratan.

I. Alur Penelitian



Gambar 3. Alur Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Penelitian ini tentang pengaruh jumlah volume *filler* WT% terhadap kekerasan resin komposit nanosisal. Hasil penelitian didapatkan dari hasil kekerasan sampel penelitian berupa resin komposit nanonisal dengan kandungan nanosisal sebesar 60%, 65%, dan 70% diuji dengan menggunakan alat *micro vickers*. Angka nilai kekerasan VHN (*Vickers Hardness Number*) yang didapatkan kemudian dihitung menggunakan rumus uji kekerasan (MPA): $HV = 1,854.P/d^2$ yang hasilnya tertera pada tabel 1.

Tabel 2. Nilai uji kekerasan $HV = 1,854.P/d^2$ resin komposit nanosisal

Sampel	Kontrol	60%	65%	70%
1.	30.33	13.33	14.33	13.00
2.	41.00	8.67	27.00	10.33
3.	47.67	10.00	19.33	15.67
4.	51.67	11.00	22.67	16.00
5.	52.33	11.00	18.67	14.00
Total	223.00	54.00	102.00	69.00
Rata-rata	44.6	10.8	20.4	13.8

Pada tabel 1. Terlihat bahwa nilai rata-rata resin komposit nanosisal mengalami perubahan dari 60%, 65%, dan 70%. Nilai kekerasan terendah terlihat pada kelompok sampel 60% kandungan nanosisal sebesar 10.8 VHN,

sedangkan nilai kekerasan tertinggi pada kelompok kontrol 44.6 VHN.

Selanjutnya data dilakukan uji normalitas menggunakan uji *Shapiro-wilk*.

Tabel 3. Hasil uji normalitas data

Shapiro- Wilk			
Variabel	Statistik	Derajat bebas	Sig.
60%	.956	5	.781
65%	.982	5	.946
70%	.925	5	.561
RK kontrol	.881	5	.313

*. This is a lower bound of the true significance

Hasil uji perhitungan uji normalitas menunjukkan distribusi data tiap kelompok perlakuan adalah normal. Pada pengujian hipotesis, jika data tiap perlakuan kelompok berdistribusi normal maka dapat dilakukan uji homogenitas untuk melihat variansi data.

Tabel 4. Uji Homogenitas Data

Kekerasan			
Levene Statistik	Derajat bebas	Derajat bebas	Sig.
4.936	3	16	.013

Hasil uji perhitungan uji homogenitas untuk melihat variansi data menunjukkan variansi data yang tidak sama maka uji data yang dapat digunakan selanjutnya adalah uji statistik non parametrik *Kruskal wallis*.

Tabel 5. Uji statistik non parametrik *Kruskall Wallis*

	Perlakuan	N	Mean Rank
Uji Kekerasan	60%	5	3.80
	65%	5	12.60
	70%	5	7.60
	Resin Komposit	5	18.00
	Total	20	

Tabel 6. Test Statistics(a.b)

Uji Kekerasan	
Chi-square	16.292
Df	3
Asymp. Sig.	.001
a. Kruskal Wallis Test	
b. Grouping Variable: Grup	

Tabel diatas menunjukkan bahwa hasil uji *Kruskall Wallis* diperoleh rata-rata kekerasan setiap kelompok dengan nilai terbesar kelompok sampel resin komposit Z350 (18.00) dengan hasil signifikansi sebesar 0.001 (<0.05), maka dapat diambil kesimpulan bahwa terdapat perbedaan kekerasan yang bermakna antara kelompok sampel resin komposit nanosisal 60%, 65%, 70% dan resin komposit *Nanofiller* filtek Z350.

Tabel 7. Hasil Uji Statistik Nonparametrik *Mann-Whitney*

Variabel	Variabel			Z350
	60wt%	65wt%	70wt%	
60wt%	-	0.047	0.347	0.009
65wt%	0.047	-	0.028	0.009
70wt%	0.347	0.028	-	0.009
Z350	0.009	0.009	0.009	-

Uji statistik nonparametrik *Mann-Whitney* dilakukan untuk melihat apakah terdapat perbedaan kekerasan yang bermakna antar kelompok sampel. Dari data hasil analisis uji statistik non parametrik *Mann-Whitney* pada tabel 6 dapat disimpulkan bahwa sampel dengan volume *filler* 60wt% memiliki perbedaan yang bermakna dengan sampel dengan volume *filler* 65wt% dengan $p=0.047$ ($p<0,05$) dan sampel dengan volume *filler* 70% dengan $p=0.037$ ($p<0,05$) dan juga memiliki perbedaan yang bermakna dengan sampel resin komposit filtek Z350 dengan $p=0.009$ ($p<0,05$).

B. PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bahwa fiber nanosisal dapat digunakan sebagai *filler* (bahan pengisi) resin komposit dengan melihat perbedaan kekerasan antara resin komposit *Nanofiller* 60%, 65% dan 70% dengan resin komposit *Nanofiller* sintesis (filtek Z350) . Hasil statistika uji nonparametric *Kruskal Wallis* menunjukkan terdapat perbedaan kekerasan yang bermakna pada masing-masing variabel perlakuan. Dari hasil uji kekerasan didapatkan rata-rata

kekerasan resin komposit *Nanofiller* filtek Z350 sebesar 44.6 VHN. Kemudian pada resin komposit nanosisal 60% hasil uji kekerasannya sebesar 10.8 VHN, pada resin komposit nanosisal 65% mengalami kenaikan sebesar 20.4 VHN dan pada resin komposit nanosisal 70% mengalami penurunan sebesar 13.8 VHN.

Kekerasan adalah daya tahan material terhadap fraktur, yang merupakan indikasi dari berapa banyak jumlah energi yang dibutuhkan untuk menyebabkan fraktur (Craig et al., 2004). Kekerasan bergantung dengan kekuatan dan kelenturan. Semakin tinggi kekuatan dan kelenturannya (regangan plastis total) maka semakin besar kekerasannya sehingga suatu bahan yang keras umumnya kuat, walaupun suatu bahan yang kuat belum tentu keras (Anusavice, 2004). Kekerasan yang meningkat disebabkan oleh karena meningkatnya kandungan *filler* dalam resin komposit. Selain itu, peningkatan sifat mekanis disebabkan karena adanya ikatan adhesive yang sempurna antara *filler* dan matriks sehingga tegangan yang ditransferkan ke dalam matriks mampu ditahan dengan baik. Salah satu sifat adhesi resin komposit adalah *Wetting agent* yang merupakan kemampuan resin untuk membasahi serat (penguat) yang terjadi akibat adanya interaksi antarmolekul dari kedua material tersebut, sehingga secara bersama-sama terjadi kontak antara fasa cair (*liquid*) dan permukaan fasa padat (*solid*). Kemudian apabila kontak yang terjadi antara resin dan serat menghasilkan besar sudut ≥ 90 maka karakteristik yang terjadi adalah resin tidak mampu membasahi permukaan serat (*not wettable*) dan sebaliknya sudut kontak yang terbentuk adalah $\leq 90^\circ$ berarti resin mempunyai sifat mampu membasahi serat dengan baik sehingga terjadi ikatan interlocking yang sempurna (Betan & As,

2014). Proses awal pembuatan nanosisal sangat mempengaruhi hasil uji mekanis. Perlakuan alkali dengan persentase dan waktu tertentu akan memberikan perubahan komposisi kimia serat seperti hemiselulosa, selulosa, lignin. Perbaikan struktur serat sangat diperlukan untuk meningkatkan ikatan antar serat dan matriks karena peningkatan dan penurunan komposisi kimia tersebut akan sangat berpengaruh ada kualitas serat (kekasaran permukaan) maupun sifat mekanis komposit.

Resin komposit *Nanofiller* filtek Z350 memiliki kekerasan paling tinggi dibandingkan resin komposit nanosisal 60%, 65%, dan 70% dikarenakan resin komposit filtek Z350 merupakan resin yang lebih kaku dan tidak lentur serta getas sehingga memiliki nilai kekerasan yang lebih tinggi dibanding dengan resin komposit nanosisal 60%, 65% dan 70%. Resin komposit nanosisal memiliki kekerasan yang lebih rendah tapi bersifat lebih elastis dibanding dengan resin komposit filtek Z350 (Agustinus Purna Irawan, Tresna P. soemardi, Agus H.S Reksoprodjo, 2010).

Pada penelitian ini konsentrasi *filler* dalam resin komposit nanosisal adalah 60%, 65% dan 70%. Dari hasil penelitian konsentrasi *filler* pada resin komposit *Nanofiller* didapatkan hasil bawa konsentrasi resin komposit nanosisal 65% memiliki kekerasan tertinggi. Pada penelitian pembuatan resin komposit dengan konsentrasi *filler* antara 30-70% didapatkan hasil jika konsentrasi *filler* di antara 58-65% menunjukkan adanya peningkatan pada kekuatan mekanisnya dan memiliki sifat yang lebih unggul dibandingkan resin komposit dengan konsentrasi yang berbeda (Nunna *et al.*, 2012). Kemudian penelitian oleh Pickering *et al.*,

(2016) *filler* dalam *Nanofiller* berkisar antara 55-65 %, semakin tinggi kandungan *filler* semakin tinggi tingkat porositasnya. Hasil tersebut sesuai dengan penelitian ini dimana konsentrasi resin komposit *Nanofiller* 65% memiliki kekerasan tertinggi dan kekerasan menurun pada konsentrasi resin komposit *Nanofiller* 70%. Pada resin komposit nanosial konsentrasi 70% terjadi penurunan kekerasan dikarenakan resin komposit akan sangat mudah mengalami deformasi oleh karena banyaknya jumlah porus antara *filler* dan matriks (Bonnia, Redzuan, & Shuhaimeen, 2016). Selain itu, terjadinya penurunan kekerasan resin komposit juga dapat diakibatkan karena kurangnya transver tegangan dari matrik ke kedua *filler* yang memiliki komposisi *filler* lebih banyak (Betan & As, 2014). Semakin tinggi kandungan *filler* dalam resin komposit nanosial maka tingkat porositas yang dihasilkan akan semakin tinggi. Serat nanosial memiliki potensi menyerap yang air yang tinggi sehingga menyebabkan degradasi jangka panjang (Pickering, Efendy, & Le, 2016).

Uji perhitungan menggunakan *Kruskal Wallis* memperlihatkan terdapat perbedaan terhadap kekerasan resin komposit nanosial 60%, 65%,70% dan resin komposit Z350. Perubahan angka pada resin komposit nanosial terjadi karena adanya penambahan konsentrasi filler dari 60% , 65% dan 70%.

Uji statistik nonparametrik *Mann-Whitney* memperlihatkan terdapat perbedaan kekerasan yang bermakna antar kelompok sampel 60%, 65%, 70% dan resin komposit filtek Z350 karena semua sampel memiliki hasil $p < 0,05$.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pengaruh jumlah volume *filler* WT% terhadap kekerasan resin komposit nanosisal dapat disimpulkan bahwa :

1. Penambahan konsentrasi *filler* resin komposit sebesar 60%, 65%, dan 70% berpengaruh terhadap kekerasan resin komposit nanosisal.
2. Terdapat perbedaan kekerasan resin komposit nanosisal antara kelompok kontrol dan kelompok nanosisal konsentrasi 60%, 65% dan 70%.

B. Saran

1. Dapat dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh jumlah volume *filler* WT% terhadap kekerasan resin komposit nanosisal dengan mengurangi konsentrasi *filler* nanosisal untuk mengetahui kadar kekerasan maksimal pada resin komposit nanosisal.
2. Untuk penelitian lebih lanjut sebaiknya dapat meneliti resin komposit nanohybrid dengan resin komposit berbahan sisal yang dibuat menjadi nanohybrid untuk melihat perbedaan sifat mekanisnya.

DAFTAR PUSTAKA

- AGUIAR, F. H. B., OLIVEIRA, T. R. V. e, LIMA, D. A. N. L., PAULILLO, L. A. M. S., & LOVADINO, J. R. (2007). EFFECT OF LIGHT CURING MODES AND ETHANOL IMMERSION MEDIA ON THE SUSCEPTIBILITY OF A, *15*(2), 105–109.
- Agustinus Purna Irawan, Tresna P. soemardi, Agus H.S Reksoprodjo, W. K. (2010). Pengaruh Kekerasan dan Kekasaran Permukaan Prototipe Socket Prosthesis Terhadap Kenyamanan Pengguna. *Jurnal Teknik Mesin*, 7.
- Ahmad, essa esmail mohammad. (2011). The influence of micro- and nano- sisal fibres on the morphology and properties of different polymers, (December).
- Anusavice, K. j. (2004). *Philips buku ajar Ilmu Bahan Kedokteran Gigi* (Edisi 10). Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Bayne SC, Thompson JY, Taylor DF. Dental materials. In: Roberson TM, ed. *Sturdevant's art and science of operative dentistry*. 4th ed. St. Louis: Mosby, 2001:135-236.
- Bektas, Ö. Ö., Hürmüzlü, F., & Eren, D. (2012). Effect of the composite curing light mode on polymerization shrinkage of resin composites, *15*(1), 1–6. <https://doi.org/10.7126/cdj.2012.799>
- Betan, A. D., & As, A. (2014). Pengaruh Persentase Alkali pada Serat Pangkal Pelelah Daun Pinang (Areca Catechu) terhadap Sifat Mekanis Komposit Polimer, *5*(2), 119–126.
- Bradna, P., 2012. Polymerization Synthetic polymers used in dentistry. In *Dental Materials*. pp. 1–33.
- Bonnia, N. N., Redzuan, A. A., & Shuhaimeen, N. S. (2016). Mechanical and morphological properties of nano filler polyester composites. *MATEC Web of Conferences*, 39(January). <https://doi.org/10.1051/mateconf/20163901008>
- Craig, R. G., Powers, J. M., & Wataha, J. C. (2004). *Dental Materials Properties and Manipulation* (Eighth edi). Philadelphia: Mosby.
- Darmawangsa, 2005, Pengaruh Sudut Bevel Terhadap Kekuatan Tarik Perlekatan Resin Komposit Sinar Tampak dan Enamel Gigi. *Tesis*, h 26-26.
- Debnath, M., Pandey, M., Sharma, R., Thakur, G. S., & Lal, P. (2010). Biotechnological intervention of Agave sisalana : A unique fiber yielding plant with medicinal property, *4*(3), 177–187.
- Granström, M., 2009. *Cellulose Derivatives: Synthesis, Properties and Applications*.
- Jayanthi, N., & Vinod, V. (2013). Comparative evaluation of compressive strength and flexural strength of conventional core materials with nanohybrid composite resin core material an in vitro study. *Journal of Indian Prosthodontist Society*, *13*(3), 281–289. <https://doi.org/10.1007/s13191-012-0236-4>

- Joseph, K., James, B., Thomas, S., & Carvalho, L. H. De. (1999). A review on sisal fiber reinforced polymer. *Engenharia Agrícola*, 3(83), 367–379. Retrieved from <http://www.agriambi.com.br/revista/v3n3/367.pdf>
- Joshi, S. V., Drzal, L. T., Mohanty, A. K., & Arora, S. (2004). Are natural fiber composites environmentally superior to glass fiber reinforced composites? *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 35(3), 371–376. <https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2003.09.016>
- Khaled, A. N. (2011). Physical Properties of Dental Resin Nanocomposites Asma Nuri Khaled University of Manchester.
- Kusumastuti, A. (2009). Aplikasi Serat Sisal sebagai Komposit Polimer. *Jurnal Kompetensi Teknik*, 1(1), 27–32.
- Lameshow, Hosmer, Jr., Klar dan Luanga, 1997, Besar Sampel dalam Penelitian, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta, 2, 46, 80.
- McCabe, J. F., & Walls, A. W. G. (2009). *Applied Dental Materials* (Ninth edit). Oxford: Blackwell Munksgaard.
- Noort, R. van. (2006). *Introduction to Dental materials*. London: Mosby.
- Nunna, S., Chandra, P. R., Shrivastava, S., & Jalan, a. (2012). A review on mechanical behavior of natural fiber based hybrid composites. *Journal of Reinforced Plastics and Composites*, 31(11), 759–769. <https://doi.org/10.1177/0731684412444325>
- Pickering, K. L., Efendy, M. G. A., & Le, T. M. (2016). A review of recent developments in natural fibre composites and their mechanical performance. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 83, 98–112. <https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2015.08.038>
- Pires-de-Souza, F. de C.P. et al., 2009. Polymerization shrinkage stress of composites photoactivated by different light sources. *Brazilian Dental Journal*, 20(4), pp.319–324.
- Rawls, H. R., & Upshaw, J. F. E. (2003). *Philips' science of Dental Material* (Eleventh e). Philadelphia: SAUNDERS.
- Roberson, T. M., Heymann, H. O., & Edward J. swift, J. (2006). *Art and Science of Operative Dentistry* (fifth edit). Philadelphia: Mosby.
- Sano, H., Shono, T., Sonoda, H., Takatsu, T., Ciucchi, B., Carvalho, H., Pashley, D.H., 1994. Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength (Evaluation of a Microtensile Bond Test). *J. Dent mater*; 3(10): 236-240
- Saxena, A. (2013). Nanocomposites based on nanocellulose whiskers, 182. Retrieved from <http://smartech.gatech.edu/handle/1853/47524>
- Singla, M., & Chawla, V. (2010). Mechanical Properties of Epoxy Resin – Fly Ash Composite, 9(3), 199–210.
- Thomaidis, S., Kakaboura, A., Dieter, W., & Zinelis, S. (2013). Mechanical properties of contemporary composite resins and their interrelations. *Dental Materials*, 29(8), e132–

e141. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2013.04.025>

Wambua, P., Wambua, P., Ivens, J., & Verpoest, I. (2003). Natural fibres : can they replace glass in fibre reinforced plastics? *Compos Sci Technol* Natural fibres : can they replace glass in fibre reinforced plastics ?, 3538(JULY). [https://doi.org/10.1016/S0266-3538\(03\)00096-4](https://doi.org/10.1016/S0266-3538(03)00096-4)