

## **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  $\mu\text{m}$  (fine particles) atau 0,04  $\mu\text{m}$  (microfine particles) (R.G. Craig, 2004). Partikel silika dengan ukuran koloidal (kira-kira 0,04  $\mu\text{m}$ ), 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  $\text{SiCl}_4$ , yang secara tipikal terpolimerisasi dengan pembakaran  $\text{SiCl}_4$  dalam atmosfer  $\text{O}_2$  dan  $\text{H}_2$ . Selama proses ini, molekul makro yang mengandung  $\text{SiO}_2$  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 absorpsi 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 cahaya dari 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-toluidin). 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  $\mu\text{m}$  disebut macrofiller, midifiller berukuran antara 1-10  $\mu\text{m}$ , minifillers antara 0,1- 1  $\mu\text{m}$ , microfillers antara 0,01- 0,1  $\mu\text{m}$ , dan *Nanofillers* antara 0,001-0,01  $\mu\text{m}$  (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  $\mu\text{m}$ , 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  $\mu\text{m}$ ). 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 silica yang terdiri dari ukuran 5-20 nm sedangkan ukuran partikel cluster teridiri 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 teridiri 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% NaClO<sub>2</sub> 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™  $\mu$ 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) :

Tabel 1. Tipe Alat Uji Kekerasan

test	indentor	Fungsi	Hasil pengukuran dinyatakan dalam
Brinell	Bola logam keras	Mengukur diameter indentasi	BHN
Knoop	berlian	Mengukur sumbu panjang indentasi	KHN
Rockwell	Bola logam atau ujung berlian	Mengukur kedalaman penetrasi	Rockwell
Vickers	berlian	Mengukur diagonal panjang indentasi	VHN



## 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:

$$HV = 1.854 \frac{F}{d^2} \text{ approximately}$$

Keterangan :

HV : Vickers Hardness number ( $kg/mm^2$ )

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.

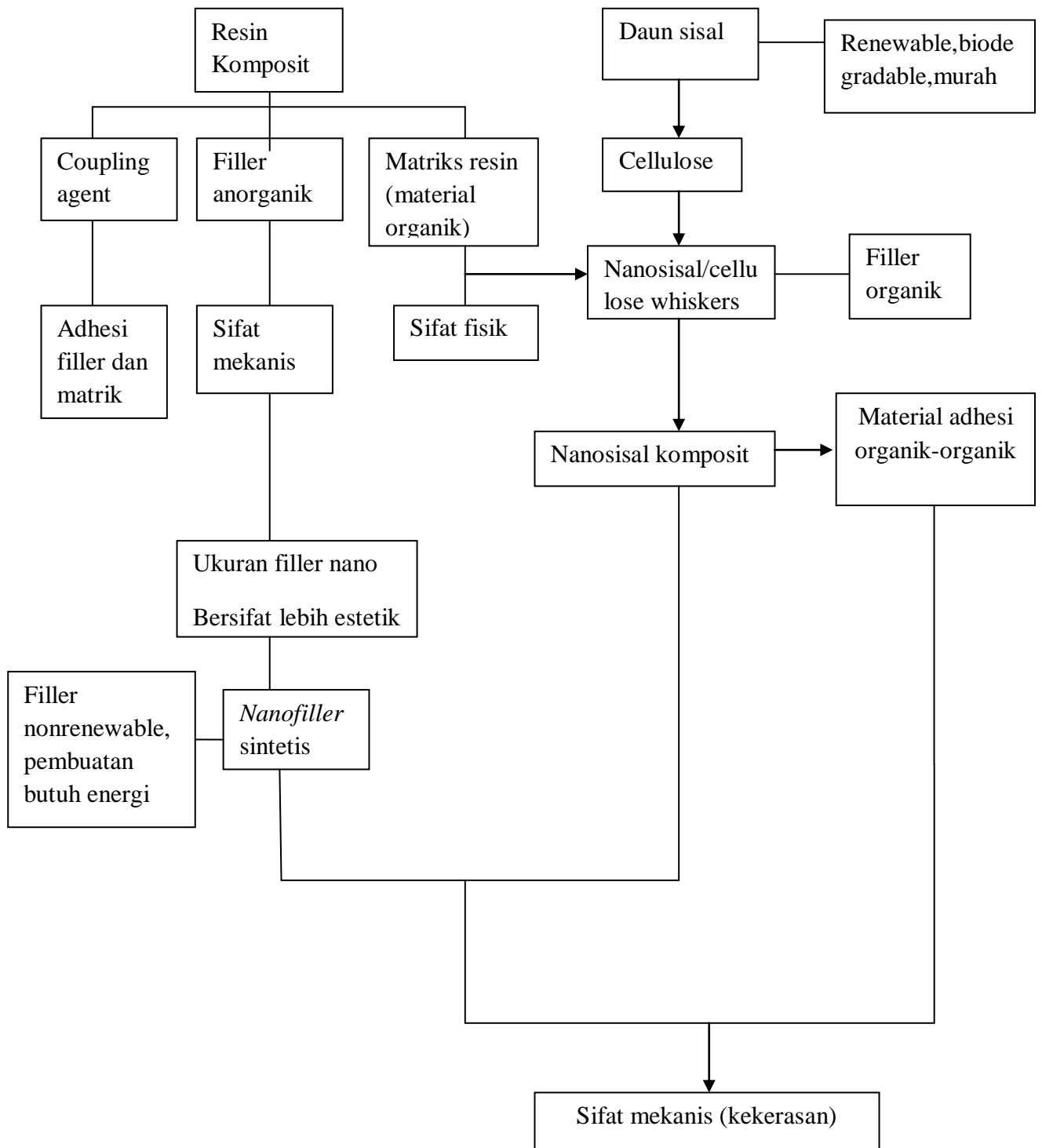
Di bidang kedokteran gigi penggunaan serat (*fiber*) alam masih jarang digunakan, salah satu jenis serat alam yang dapat dikembangkan adalah serat sisal (*Agave sisalana*), namun saat ini penggunaan sisal masih sangat terbatas pada bidang pertanian dan kelautan. Sifat mekanis serat (*fiber*) alam yang 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.