

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Resin Komposit

Bowen memperkenalkan bahan resin komposit pertama kali pada tahun 1962 (Sari, dkk, 2016:108). Resin komposit merupakan bahan berwarna gigi yang sering digunakan saat ini karena bahan yang baik dari segi estetika, kekuatan dan ketahanan terhadap keausan sehingga dapat digunakan baik di gigi anterior maupun posterior (Allorerung, dkk, 2015:44). Resin komposit merupakan gabungan dari beberapa bahan yang berbeda dengan sifat-sifat yang unggul (Anusavice, 2012:278). Bahan-bahan ini hampir menyerupai sifat dentin dan enamel karena memiliki sifat mekanik yang unggul (O'Brien, 2002). Pencampuran komponen yang memiliki sifat kimia dan struktur yang berbeda menjadikan bahan tersebut saling berkaitan sehingga diperoleh hasil resin komposit yang lebih baik (McCabe & Walls, 2008:202).

1. Komposisi Resin Komposit

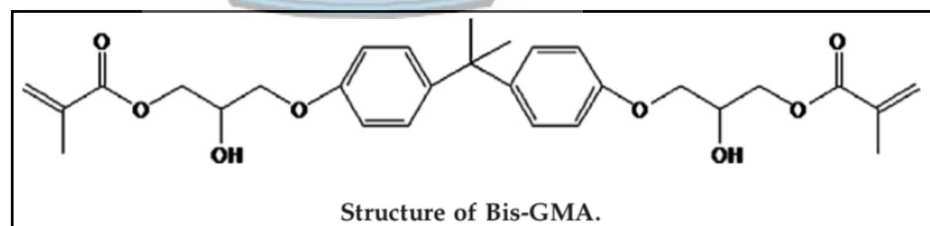
Matriks polimer, *filler*, *silane coupling agents* merupakan komponen penyusun resin komposit (Nurhapsari, dkk, 2018:67). Beberapa komponen tambahan yang diperlukan untuk meningkatkan efektivitas dan ketahanan bahan adalah *silane* dan aktivator-inisiator. *Silane* berfungsi untuk memberikan ikatan antara *filler* anorganik dan matrik resin sedangkan aktivator-inisiator untuk polimerisasi resin komposit. Zat warna juga diperlukan untuk membantu menyamakan warna struktur gigi dengan resin

komposit. Komponen lainnya ditambahkan untuk meningkatkan kemampuan bekerja, tampilan, dan ketahanan. (Anusavice, 2012:279).

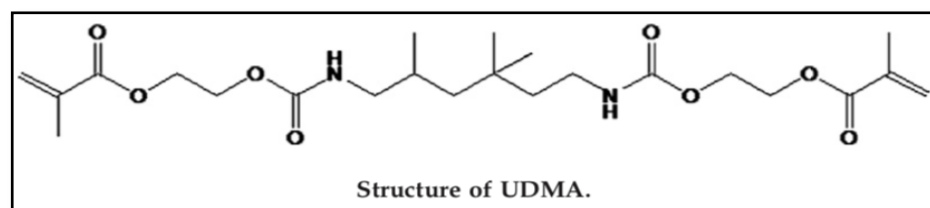
Komposisi resin komposit antara lain:

a. Matriks Resin

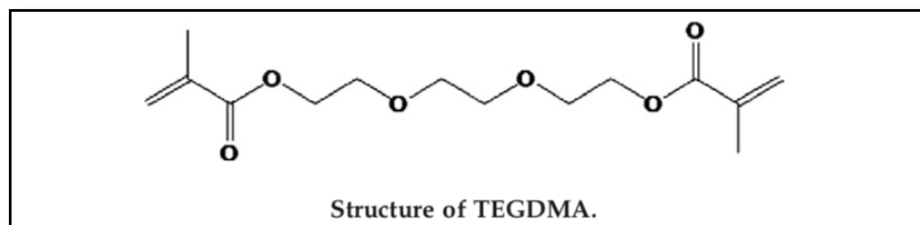
Monomer yang paling luas digunakan untuk matriks resin adalah campuran dimetakrilat. Dimetakrilat yang umum digunakan pada resin komposit adalah *bisphenol A-glycidyl methacrylate* (Bis-GMA), *urethane dimetakrilat* (UDMA) dan *triethilen glikol dimetakrilat* (TEGDMA). Oligomer Bis-GMA dan UDMA merupakan cairan pekat, sehingga membutuhkan penambahan TEGDMA untuk mengontrol konsistensi pasta komposit. Oligomer Bis-GMA dan UDMA, serta ikatan molekuler TEGDMA digambarkan sebagai ikatan atom C rangkap dua yang saling bereaksi sehingga mengubah keduanya menjadi polimer (Powers & Sakaguchi, 2012:164).



Gambar 2.1 Struktur Bis-GMA (Powers & Sakaguchi, 2012:164)



Gambar 2.2 Struktur UDMA (Powers & Sakaguchi, 2012:164)



Gambar 2.3 Struktur TEGDMA (Powers & Sakaguchi, 2012:164)

b. Bahan Pengisi

Bahan pengisi (*filler*) ditambahkan dengan tujuan untuk meningkatkan sifat matriks resin. Bahan pengisi yang tidak berikatan dengan sempurna dapat melemahkan sifat bahan matriks. Bahan pengisi (*filler*) merupakan komposisi anorganik yang terdiri dari *barium*, kaca borosilikat, *strontium*, seng, dan *zirconium*. Radiopak didapatkan dari kandungan unsur atom seperti *barium*, *strontium*, dan *zirconium* dalam resin komposit. Bahan pengisi dihasilkan dari pengolahan kaca (*quartz*) yang menghasilkan partikel 0,1-100 μm . Kelemahan dari pengolahan kaca sebagai bahan pengisi adalah menyebabkan abrasi pada gigi atau restorasi antagonisnya. Fungsi dari bahan pengisi antara lain, meningkatkan sifat fisik dan mekanik, mengurangi pengerutan selama proses polimerisasi, mengurangi ekspansi termal, dan mengontrol viskositas resin komposit (Anusavice, 2012:280).

c. Bahan Pengikat

Bahan penghubung (*coupling agent*) berfungsi untuk membentuk ikatan antara bahan pengisi dengan matriks resin. Fungsi *coupling agent* antara lain, meningkatkan sifat fisik dan mekanik, serta memberikan

kestabilan hidrolitik karena mencegah air menembus permukaan *filler* dan matriks resin (Anusavice, 2012:286).

d. Inisiator dan Akselerator

Resin komposit dapat dipolimerisasi dengan dua cara, yakni, cara kimia (*self cure*) atau aktivasi cahaya (*light cure*). Resin komposit dapat diaktifkan dengan cara kimia melalui inisiator peroksida yang menghasilkan radikal bebas terhadap ikatan ganda molekul oligomer dan proses polimerisasi dimulai ketika bahan organik bereaksi dengan amina tersier akselerator. Polimerisasi dengan aktivasi cahaya tergantung pada pemotongan molekul inisiator berdasarkan panjang gelombang yang tepat. Radikal bebas dapat dihasilkan dengan bantuan amina alifatik akselerator sehingga proses polimerisasi dapat dimulai (O'Brien, 2002).

2. Klasifikasi Resin Komposit

Klasifikasi resin komposit dibagi menjadi tiga, yakni, berdasarkan ukuran bahan pengisi, viskositas, dan cara aktivasinya.

a. Berdasarkan Ukuran Bahan Pengisi

1) Resin Komposit Makrofiller/Tradisional

Resin komposit tradisional memiliki ukuran partikel terbesar dengan kisaran 8-12 μm . Resin komposit ini sering digunakan untuk restorasi yang membutuhkan daya tahan terhadap tekanan yang besar seperti restorasi kelas II dan kelas IV. Kekurangan dari resin

komposit tradisional adalah hasil permukaan yang sangat kasar karena bahan pengisi mudah terkikis (Anusavice, 2012:281).

2) Resin Komposit Mikrofiller

Resin komposit ini mempunyai ukuran partikel bahan pengisi yang lebih kecil dengan ukuran partikel rata-rata 0,02 μm . Bahan pengisi komposit ini sekitar 50% dari total komposit. Resin komposit memiliki ukuran partikel yang lebih kecil sehingga mudah dipolis sampai halus dan memiliki kualitas estetik yang baik (Schneider, 2010).

3) Resin Komposit Hibrid

Resin komposit jenis ini dikembangkan guna mendapatkan hasil akhir permukaan yang lebih baik daripada resin komposit partikel kecil tetapi tetap mempertahankan sifat mekanik resin komposit. Ukuran bahan pengisi resin komposit hibrid rata-rata 0,6-1,0 μm . Resin komposit hibrid memiliki bahan pengisi silika koloidal dan partikel kaca yang mengandung logam berat. Distribusi ukuran partikel bahan pengisi, 75% partikel kaca berukuran lebih kecil dari 1,0 μm dan silika koloidal berjumlah 10%-20% dari berat keseluruhan bahan pengisi (Anusavice, 2012:283).

4) Resin Komposit Mikrohibrid

Bahan pengisi resin komposit mikro berukuran rata-rata 0,04-0,4 μm . Keuntungan dari resin komposit jenis ini adalah hasil akhir permukaan yang halus sehingga menghasilkan estetika yang baik.

Kerugian dari resin komposit jenis ini adalah sifat fisik dan mekanik yang kurang dibandingkan resin komposit tradisional (Anusavice, 2012:281).

5) Resin Komposit Nano

Resin komposit partikel nano terdiri atas dua yaitu *nanofiller* dan *nanohybrid*. Resin komposit *nanohybrid* mengandung partikel yang berukuran nano (0,005-0,01 mikron) pada matriks resin dengan bahan pengisi yang lebih konvensional. Resin komposit *nanohybrid* dapat diklasifikasikan sebagai resin komposit universal pertama yang memiliki sifat penanganan dan kemampuan poles didapat dari komposit mikrofilled serta kekuatan dan ketahanan aus dari *hybrid* tradisional. Keuntungan resin komposit *nanohybrid* diantaranya dapat digunakan pada restorasi kelas 1, 2, 3, 4 dan 5, kemampuan poles yang baik karena memiliki ukuran partikel yang sangat kecil sehingga dapat mengurangi retensi sisa makanan, memiliki kekerasan yang lebih bagus daripada bahan restorasi komposit lainnya dan memiliki ciri-ciri seperti enamel dan dentin (Van Noort, 2008:92).

b. Berdasarkan Viskositas

1) Resin Komposit *Packable*

Resin komposit *packable* pertama kali diperkenalkan pada akhir tahun 1990-an. Resin komposit *packable* terdiri dari resin dimetaklirat dan biasanya digunakan untuk restorasi kelas I dan

kelas II. *Packable* dihasilkan karena adanya interaksi antara bahan pengisi dan modifikasi resin komposit. Bahan pengisi anorganik pada resin komposit jenis ini mencapai 60%-70% dan diaktivasi menggunakan cahaya. Resin komposit *packable* memiliki viskositas yang tinggi tetapi perlekatan permukaannya rendah. Sifat penting dari resin komposit jenis *packable*, yaitu pengerutan ketika proses polimerisasi yang rendah, dapat digunakan pada restorasi yang dalam, dan radiopak baik (Sakaguchi & Powers, 2012:181).

Pada tahun 2010, resin komposit tipe *bulk-fill* mulai diperkenalkan. *Bulk-fill* merupakan modifikasi dari resin komposit *packable*. *Sculptable* (padat) dan *flowable* (cair) merupakan sediaan dari resin komposit tipe ini. Perbedaan resin komposit *packable* dan *bulk-fill* adalah polimerisasi kedalaman penyinaran. *Bulk-fill* dapat dipolimerisasi dengan kedalaman penyinaran hingga 4 mm, sedangkan *packable* hanya 2 mm (Nurhapsari, 2016:8-9).

2) Resin Komposit *Flowable*

Resin komposit *flowable* umum digunakan untuk restorasi pada gigi sulung dan restorasi kecil. Kandungan bahan pengisi anorganik 42% hingga 53% dengan ukuran partikel 0,3-0,4 μm . Resin komposit jenis ini memiliki viskositas yang rendah, modulus elastisitas yang rendah sehingga dapat digunakan pada abraksi di daerah servikal. Kekurangan dari resin komposit *flowable* adalah

ketahanan terhadap keausan rendah dan penyusutan polimerisasi tinggi (Sakaguchi & Powers, 2012:181).

c. Berdasar Cara Aktivasi

1) Resin Komposit *Self Cure* dan *Dual Cure*

Resin komposit *self cure* dan *dual cure* tersedia dalam dua *syringe*. Kedua pasta tersebut dicampur guna menginisiasi proses kimia untuk menghasilkan radikal bebas yang menyerang ikatan karbon ganda dan menyebabkan polimerisasi (Sakaguchi & Powers, 2012:174).

2) Resin Komposit *Light Cure*

Resin komposit *light cure* dimasukkan dalam *syringe* dengan tujuan melindungi dari sinar secara langsung. Polimerisasi resin komposit jenis ini diaktivasi menggunakan sinar dengan waktu pengaturan yang dikontrol. Sinar cahaya biru dengan panjang gelombang 470 nm disiram dengan foto-aktivator seperti *camphoroquinone* (Sakaguchi & Powers, 2012:174).

3. Sifat Resin Komposit

a. Sifat Fisik

1) Penyusutan Polimerisasi

Kekurangan resin komposit yaitu adanya pengerutan selama proses polimerisasi. Penyusutan polimerisasi dapat disebabkan oleh kontraksi penekanan sebesar 13 MPa. Penyusutan ini menyebabkan kebocoran mikro, kegagalan perlekatan bahan adhesif, kegagalan

restorasi, mengiritasi pulpa, menyebabkan karies sekunder, dan sensitif pasca restorasi (Sakaguchi & Powers, 2012:175).

2) Termal

Resin komposit memiliki koefisien termal yang berbeda berdasarkan ukuran bahan pengisi. Bahan pengisi kecil memiliki ekspansi koefisien termal $25-38 \times 10^{-6}$ (Sakaguchi & Powers, 2012:177).

3) Penyerapan Air

Penyerapan air terhadap resin komposit dengan partikel hibrid ($5-17 \mu\text{g}/\text{mm}^3$) lebih rendah dibandingkan komposit dengan partikel *microfine* ($26-30 \mu\text{g}/\text{mm}^3$). Kualitas dan kestabilan *coupling agent silane* juga sangat penting untuk meminimalisir pengurangan ikatan antara bahan pengisi dan polimer serta jumlah air yang diserap (Sakaguchi & Powers, 2012:177).

4) Kelarutan

Kelarutan pada resin komposit berkisar antara 0,25-2,5 mg/mm^3 . Intesitas dan durasi ketika penyinaran dapat berpengaruh terhadap proses polimerisasi yang kurang sempurna. (Sakaguchi & Powers, 2012:177).

5) Kestabilan Warna

Perubahan warna dapat terjadi karena oksidasi dari pertukaran air didalam matriks polimer atau polimer tidak bereaksi dengan sistem akselerator dan inisiator (Sakaguchi & Powers, 2012:177-178).

b. Sifat Mekanik

1) Kekuatan dan Elastisitas

Kekuatan resin komposit bergantung pada kapasitas bahan pengisi, semakin tinggi kapasitas pengisi maka semakin tinggi pula kekuatan resin komposit. Kekuatan resin komposit yang berkaitan langsung dengan penggunaannya yaitu kekuatan kompresi, kekuatan tarik, dan kekuatan fleksural. Kekuatan fleksural resin komposit *microfilled* dan *flowable* 50% lebih rendah dibandingkan resin komposit *hybrid* dan *packable* karena berkaitan dengan bahan pengisi (Sakaguchi & Powers, 2012:178).

2) Kekerasan Permukaan

Kekerasan resin komposit berkaitan dengan ketahanan terhadap abrasi dan kepadatan serta ukuran partikel bahan pengisi. Kekerasan permukaan sebagai tolak ukur ketahanan bahan didalam mulut dalam jangka panjang. Besar kekerasan *Vickers* untuk resin komposit hibrid antara 90-100 MPa, sedangkan resin komposit *nanofiller* antara 30-40 MPa. Penurunan kekerasan permukaan resin komposit dapat mengakibatkan kerusakan pada bahan tersebut (Jyothi, *et al*, 2012:215).

B. Kekerasan Permukaan Resin Komposit

Kekerasan permukaan suatu bahan material merupakan suatu tolak ukur ketahanan terhadap beban yang diberikan secara spesifik dan konstan (O'Brien, 2002). Kekerasan permukaan dapat dipengaruhi oleh ketebalan

bahan dan lama penyinaran. Berdasarkan uji kekerasan resin komposit menunjukkan penyinaran dengan nilai tertinggi terdapat pada kelompok penyinaran 0 mm dengan nilai kekerasan rata-rata 841,49 N/mm². Polimerasi optimal akan terjadi apabila jarak sinar bersentuhan langsung dengan permukaan resin komposit sehingga dapat meningkatkan kekerasan resin komposit (Allorerung, dkk, 2015).

Kekerasan permukaan yang tidak maksimal dapat menyebabkan tumpatan tersebut pecah dan terlepas ketika tidak kuat menahan beban kunyah. Faktor-faktor lain yang mempengaruhi kekerasan resin komposit diantaranya kelarutan, penyerapan air, dan makanan minuman yang dikonsumsi. Mengonsumsi minuman asam secara terus-menerus dapat mengerosi resin komposit. Erosi dapat menyebabkan demineralisasi jaringan keras gigi dan mempengaruhi restorasi. Bahan restorasi yang terdegradasi sehingga membentuk lubang-lubang kasar mikroskopis akibat dari terlepasnya bahan pengisi oleh suatu zat kimia atau makanan tertentu. Pengaruh degradasi dapat mempengaruhi stabilitas ikatan bahan perekat antara resin komposit dengan dentin sehingga dapat menyebabkan restorasi pecah dan terlepas (Taib, *et al*, 2013:34-40).

C. Asam Jawa (*Tamarindus indica*)

1. Morfologi dan Taksonomi

Indonesia memiliki 1100 macam rempah dan dikenal sebagai salah satu penghasil rempah di dunia (Wijayanti, dkk, 2016:158). Penggunaan rempah sebagai obat tradisional sudah dilakukan sejak dulu. Asam jawa

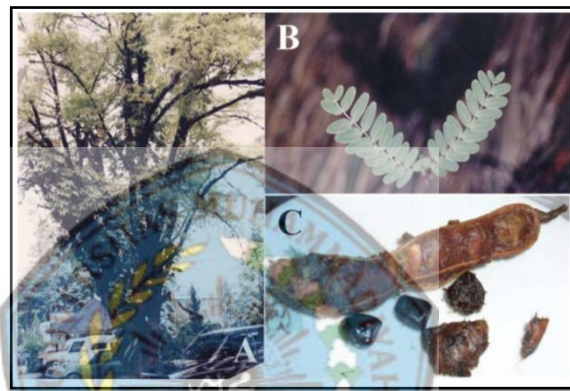
merupakan salah satu rempah yang digunakan sebagai obat herbal tradisional. Asam Jawa (*Tamarindus indica*) adalah spesies pohon yang mampu hidup di daerah tropis maupun subtropis (Putri, 2014:40). *Tamarindus indica* juga dikenal bermanfaat bagi kesehatan oleh beberapa negara seperti India, Pakistan, Bangladesh, Nigeria sebagai obat tradisional (Putri, 2014:41).

Integrated Taxonomic Information System-Plant Data Base mengklasifikasikan asam jawa sebagai berikut:

<i>Kingdom</i>	: <i>Plantae</i>
<i>Sub-kingdom</i>	: <i>Tracheobionta</i>
<i>Division</i>	: <i>Spermatophyta</i>
<i>Sub-Division</i>	: <i>Magnoliophyta</i>
<i>Class</i>	: <i>Magnoliopsida</i>
<i>Sub-Class</i>	: <i>Risidae</i>
<i>Ordo</i>	: <i>Fabales</i>
<i>Family</i>	: <i>Fabaceae</i>
<i>Genus</i>	: <i>Tamarindus L.</i>
<i>Species</i>	: <i>Tamarindus indica L.</i>

Pohon asam jawa tumbuh lambat dan berumur panjang. Tinggi pohon asam jawa dapat mencapai 25-30 meter dan diameternya lebih dari 2 meter. Daun tanaman ini menyebar dengan luas dan melingkar, sehingga bagian atas pohon terlihat sangat lebat tertutup oleh dedaunan, batang dan ranting yang banyak. Daun asam jawa dapat mencapai panjang 7,5-15 cm

dan panjang tangkai daun sepanjang 1,5 cm. Batang tanaman asam jawa bertekstur kasar, bersisik, pecah-pecah, dan berwarna keabu-abuan. Buah asam jawa berbentuk melengkung dengan pinggir bulat 14 cm x 4 cm dalam jumlah hingga 10 biji. Panjang biji asam jawa dapat mencapai 1,8 cm, berbentuk jajaran genjang, sangat keras, berwarna coklat, pipih, dan tidak teratur (Putri, 2014:42).



Gambar 2.4 A. Pohon, B. Daun, C. Buah Asam Jawa (Putri, 2014:42)

2. Manfaat Asam Jawa

Tamarindus indica merupakan tanaman yang berasal dari Afrika yang kemudian berkembang hingga ke India, Sudan, Pakistan, Filipina, Spanyol, Meksiko, dan Indonesia (Caluwe, *et al.*, 2010:53). Tanaman ini dipercaya memiliki banyak khasiat untuk kesehatan, diantaranya menurunkan demam, menyembuhkan konstipasi, penyakit asma, diabetes, mengurangi mual pada kehamilan, sebagai flatulen, mengurangi gatal, sebagai bahan pelangsing tubuh, pengobatan paru, dan lain sebagainya (Putri, 2014:41). *Tamarindus indica* dapat ditemukan di Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Sumatera Utama, Kalimantan Barat, Bali, dan

Sulawesi Selatan. Tumbuhan ini tumbuh di dataran rendah dan digunakan sebagai pohon pelindung (Putri, 2014:42).

Tamarindus indica memiliki kegunaannya masing-masing pada bagian batang, daun, dan buahnya, sehingga dapat dimanfaatkan untuk berbagai macam tujuan penggunaan. Buah asam jawa merupakan bagian yang banyak digunakan oleh masyarakat. Buah asam jawa awalnya berwarna coklat kemerahan, setelah matang akan berubah menjadi hitam atau coklat kehitaman (Putri, 2014:42).

3. Kandungan Kimia Asam Jawa

Buah asam jawa mengandung protein dan karbohidrat tertinggi dibanding berbagai buah lain. Penelitian fitokimia menunjukkan bahwa kandungan asam jawa antara lain, senyawa fenol, glikosida, *mallic acid*, *tartaric acid*, getah, *pectin*, *arabinosa*, *xylosa*, *galaktosa*, *glukosa*, dan *uronic acid*. Selain itu, terdapat kandungan asam organik, termasuk *tartaric acid*, *acetic acid*, *citric acid*, *formic acid*, *malic acid*, dan *succinic acid*; asam amino, *invert glucose* (25-30%). Asam jawa juga merupakan sumber bioaktif secara alami dari *hexane* ekstrak methanolik sebagai antimikroba. Mineral yang terkandung dalam asam jawa antara lain, kalsium, magnesium, natrium, kalium, seng, besi, dan fosfor (Putri, 2014:44).

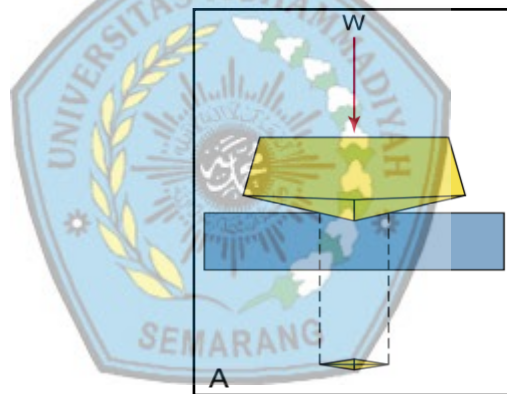
D. Uji Kekerasan

Pengetahuan yang penting untuk dokter gigi dan teknisi adalah tentang kekerasan material kedokteran gigi. Uji kekerasan juga termasuk dalam spesifikasi *American Dental Association* (ADA) untuk bahan material gigi. Uji

kekerasan yang paling sering digunakan di kedokteran gigi adalah *Vickers*, *Knoop*, *Brinell*, dan *Rockwell*. Uji kekerasan pada dasarnya didasarkan pada kemampuan permukaan material untuk menahan penetrasi oleh titik berlian atau *steel ball* dengan beban tertentu (Anusavice, 2012:64).

1. *Knoop Hardness Tester*

Uji kekerasan *Knoop* merupakan metode yang dikembangkan untuk melakukan uji indentasi mikro. Beban yang digunakan hanya mencapai 35 N (3,6 kgf). Indentor yang digunakan berbentuk piramida yang lebih keras dari bahan yang diuji (Sakaguchi & Powers, 2012:91).



Gambar 2.5 Uji Kekerasan Knoop (Sakaguchi & Powers, 2012:91)

2. *Brinell Hardness Tester*

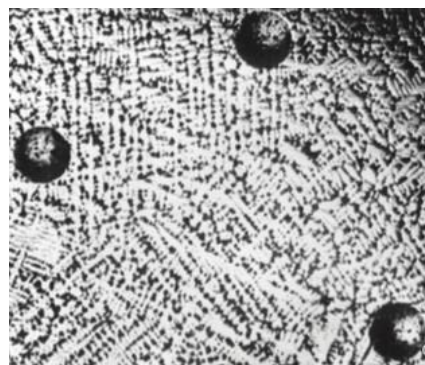
Uji kekerasan *Brinell* merupakan salah satu metode tertua yang biasanya digunakan untuk menguji kekerasan pada metal dan *alloy*. Penggunaan metode ini tergantung dari ketahanan spesimen terhadap penetrasi *small steel* atau *tungsten carbide ball* yang berdiameter 1,6 mm dengan beban 123 N (Sakaguchi & Powers, 2012:90).

3. *Rockwell Hardness Tester*

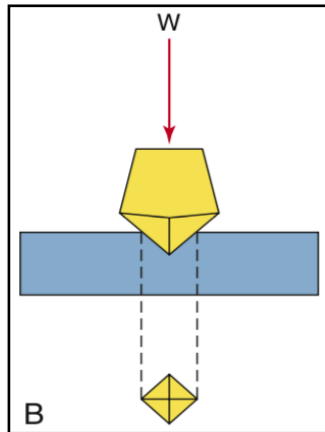
Uji kekerasan *Rockwell* merupakan metode yang dikembangkan secara pesat untuk mengukur kekerasan. Indentor berbentuk kerucut dengan sifat yang lebih keras dari bahan yang diuji. Diameter indentor yang digunakan adalah 60-150 kgf dengan beban 588-1470 N. Metode ini biasanya digunakan untuk mengukur bahan plastik yang digunakan di kedokteran gigi. (Sakaguchi & Powers, 2012:92).

4. *Vickers Hardness Tester*

Smith dan Sanland memperkenalkan uji kekerasan *Vickers* pertama kali pada tahun 1925 untuk mengukur kekerasan permukaan suatu bahan (Geels, *et al*, 2007). Uji kekerasan *Vickers* menggunakan indenter berlian berbentuk piramid persegi. Uji kekerasan ini memiliki prinsip yang sama dengan *Knoop* dan *Brinell*, hanya saja indenter yang digunakan bersudut 136° . Metode perhitungan *Vickers Hardness Tester* (VHN) yaitu beban dibagi dengan luas proyeksi lekukan. Panjang diagonal indentasi diukur dan diambil rata-rata. Uji kekerasan ini sesuai untuk mengukur kekerasan struktur gigi (Sakaguchi & Powers, 2012:91).



Gambar 2.6 Mikroskopik Indentasi (Sakaguchi & Powers, 2012)



Gambar 2.6 Uji Kekerasan *Vickers* (Sakaguchi & Powers, 2012:91)

Uji kekerasan *Vickers* dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$HV = \frac{2F \sin \frac{136^\circ}{2}}{d^2}$$

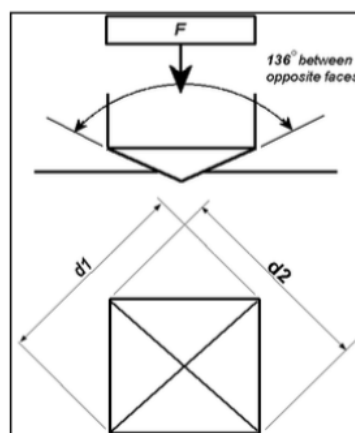
$$HV = 1.854 \frac{F}{d^2}$$

Keterangan:

HV = *Hardness Vickers*

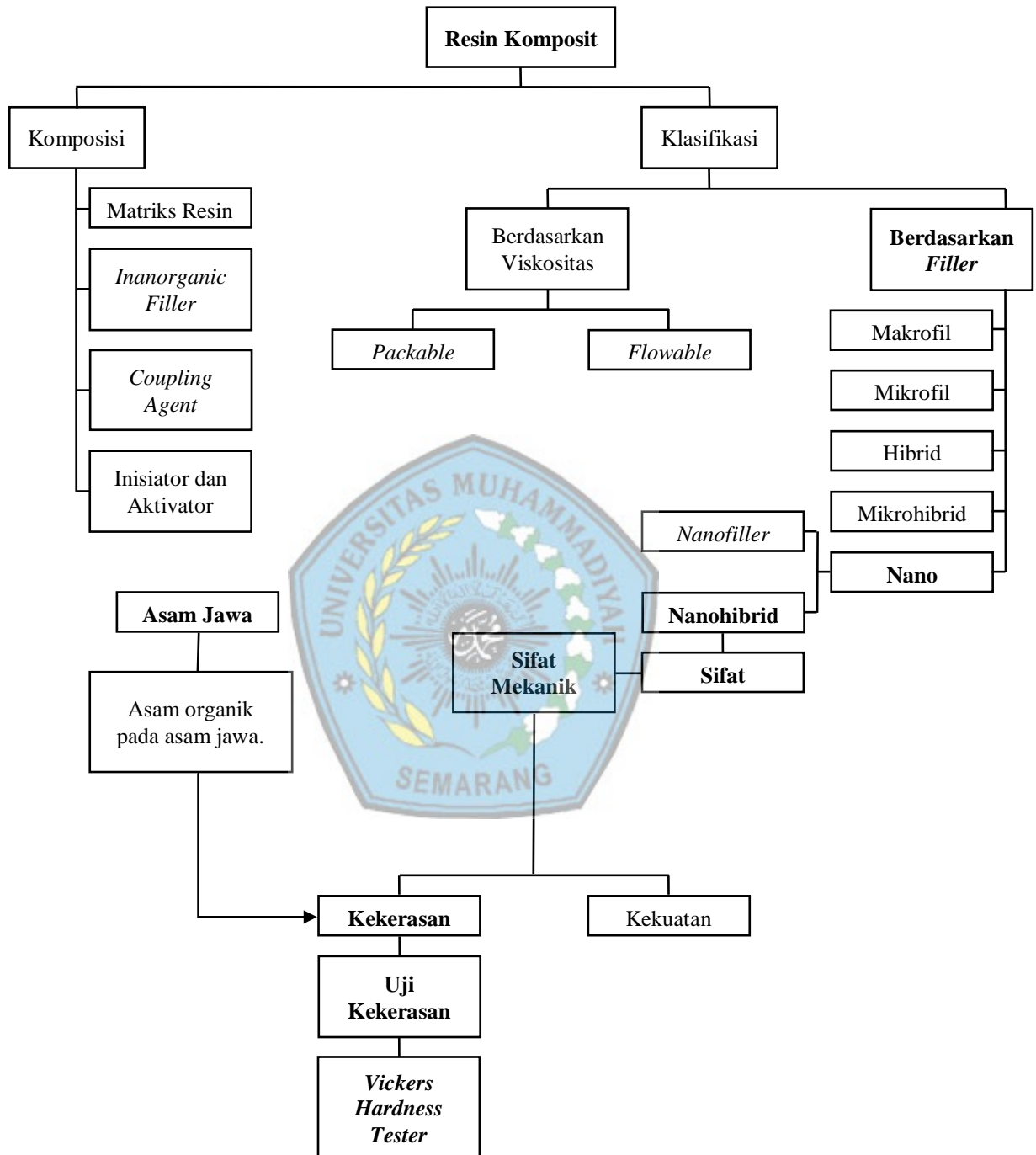
F = Gaya yang diberikan (kgf)

d = Perhitungan rata-rata dari dua diagonal, yaitu d_1 dan d_2 (mm²)



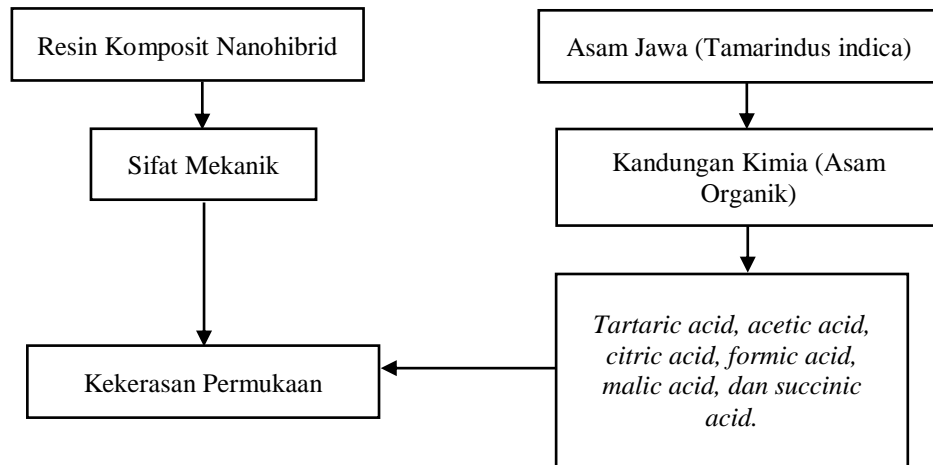
Gambar 2.7 Cara Mengukur VHN (Geels, *et al*, 2007).

E. Kerangka Teori



Bagan 2.1 Kerangka Teori

F. Kerangka Konsep



Bagan 2.2 Kerangka Konsep

G. Hipotesis Penelitian

Minuman asam jawa (*Tamarindus indica*) dapat menurunkan kekerasan permukaan resin komposit nanohibrid.

