

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Pustaka

1. Kaping pulpa

Syarat dilakukan kaping pulpa (1) dilakukan pada gigi yang vital dan tidak ada riwayat nyeri spontan (2) ketika diberi test rangsangan dingin dan panas , terdapat rasa nyeri yang tidak terlalu lama (3) tidak ada lesi periradikuler pada periapikal gigi ketika dilihat dari pemeriksaan radiograf (4) sebelum dilakukan preparasi, bakteri dan debris harus dihilangkan terlebih dahulu (Amerongen, 2006).

Terdapat dua macam perawatan kaping pulpa diantaranya :

a. Kaping pulpa direk

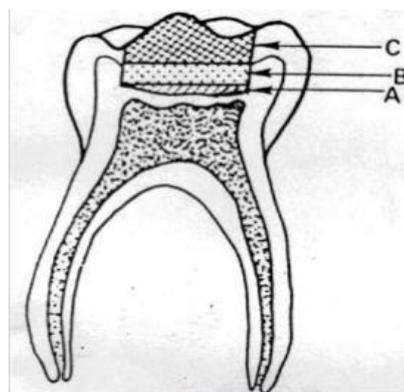
Kaping pulpa direk adalah penempatan langsung bahan kaping pada pulpa yang terbuka. Keadaan ini biasanya ditemui saat penggalian kavitas yang terlalu dalam karena dokter gigi tidak sengaja membuka pulpa, fraktur traumatik, dan iatrogenik (disebabkan karena perawatan) (Manappallil, 2016). Menurut American Academy of Pediatric Dentistry, kaping pulpa direk diindikasikan untuk gigi yang mengalami kesalahan mekanis kecil atau trauma yang menyebabkan pulpa terbuka, dengan kondisi gigi masih vital dan memberikan respon baik terhadap penyembuhan. Cara pengaplikasiannya dengan bahan

liner langsung pada pulpa yang terbuka karena karies yang dalam tersebut (Qualtrough, 2005).

b. Kaping pulpa indirek

Perawatan kaping pulpa indirek di indikasikan untuk kavitas yang sudah mengenai dentin atau disebut karies dentin dan masih ada lapisan dentin tipis yang menutupi saluran akarnya dimana tidak ditemukan degenerasi pulpa dan penyakit radikuler (Ford, 2007).

Cara pengaplikasian kaping pulpa indirek dengan membuang dentin lunak terlebih dahulu, kemudian diberi suatu bahan untuk menekan bakteri lalu diberi tumpatan sementara, setelah itu tumpatan sementara diganti dengan tumpatan permanen. Perawatan dilakukan jika tidak ada pulpagia ataupun tanda-tanda yang mengarah ke *pulpitis irreversible* (Walton, 2008)



Keterangan :

A : Bahan liner

B : Bahan base

C : Tumpatan sementara

Gambar 1 Ilustrasi perawatan kaping pulpa pada gigi

2. Bahan Kaping Pulpa

2.1 Semen Ionomer Kaca

a. Pengertian dan tipe-tipe

Semen Ionomer Kaca (SIK) yang dikenal semenjak tahun 1960-an adalah material restoratif yang mengandung bubuk kalsium-alumino-silika-gelas dan cairan homo-atau kopolimer asam akrilik. Semen Ionomer Kaca atau sering disebut sebagai semen *polyalkenoate* kaca merupakan material restorasi yang terdiri dari bubuk yang dicampur dengan cairan yang menghasilkan massa plastik yang kaku dan padat (Noorth, 2006). Terdapat beberapa tipe Semen Ionomer Kaca, yaitu tipe I untuk material perekat atau luting, tipe II untuk restorasi dan tipe III untuk basis dan lining. Rasio powder pada tipe II lebih besar dari tipe I sehingga tipe II memiliki sifat yang lebih kuat dan keras (Meizarini, 2005).

Indikasi penggunaan Semen Ionomer kaca untuk, abrasi/erosi, bagian proksimal gigi, dan oklusal gigi sulung serta sebagai basis dan liners dari suatu kavitas (Noort, 2007). Penelitian Karwahana dkk, Semen Ionomer Kaca dapat digunakan sebagai kaping pulpa karena memiliki efek peradangan pulpa yang ringan hampir sama dengan pemakaian semen seng oksid eugenol, selain itu juga bisa digunakan sebagai pengisi saluran akar.

b. Sifat dan keunggulan

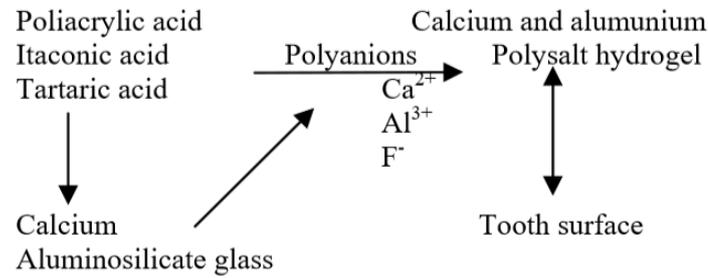
Semen Ionomer Kaca memiliki beberapa keunggulan diantaranya (1) bersifat adhesive, artinya berdaya lekat yang baik terhadap struktur hidroksiapat dentin dan email sehingga

digunakan untuk bahan restoratif. (2) mempunyai biokompatibilitas yang tinggi dengan jaringan pulpa dan periodontal (3) mampu melepas fluor yang berfungsi sebagai antimikroba atau kariostatik (4) mempunyai PH yang rendah sebelum mengeras (5) efek toksis yang rendah. (Okti dkk, 2009) (7) minimnya kontraksi volume dan pengerasannya (6) koefisien ekspansi thermal sama dengan gigi (Meizarini, 2005).

Meskipun cukup keras dan kekuatan tekannya tergolong tinggi, SIK mudah rapuh karena daya tahan terhadap fraktur dan keausan rendah. Sehingga SIK hanya digunakan untuk restorasi dengan beban pengunyahan yang kecil misalnya restorasi kelas III dan V (Meizarini, 2005) SIK memiliki keberhasilan yang tinggi jika dibandingkan dengan CaOH sebagai bahan kaping pulpa direk (Jamjoom, 2008).

c. Reaksi setting

Reaksi setting SIK merupakan reaksi asam basa yang dimulai dengan reaksi antara *acidic polielektrolit* dengan *aluminosilicate glass*. Ion florida akan dilepaskan dari reaksi polyacid dengan glass. *Polyalkenoic acid* menempel pada email gigi dan berikatan dengan phosphate dan kalsium pada email merupakan awal dari ikatan adhesi antara SIK dengan gigi (Fauziah et al, 2008). SIK dapat berikatan dengan MTA dengan waktu penempatan MTA yang tidak mempengaruhi *setting condition* dari MTA maupun SIK, baik 45 menit, 4 jam, maupun 3 hari setelah MTA di diamkan (Eid et al., 2012)



Gambar 2. Reaksi setting Semen Ionomer Kaca

Kekuatan tekan berbeda-beda tiap tipe SIK karena perbedaan ratio bubuk-cairan tiap macam perawatan. SIK tipe restoratif mempunyai kekuatan tekan 150 MPa dan tipe luting 85 MPa. *Setting time* SIK tipe luting yaitu 7 menit dan tipe restoratif 4 sampai 5 menit. Selama proses *setting*, SIK sensitif terhadap udara dan air, oleh karena itu sebisa mungkin harus dijaga agar tidak terkontaminasi kelembapan selama setting dan beberapa hari setelah setting (Manappallil, 2016).

2.2 Resin Modified Glass Ionomer Cement (RMGIC)

a. Pengertian dan sifat

Resin Modified Glass Ionomer Cement (RMGIC) diperkenalkan sekitar tahun 1980 saat pengembangan lebih lanjut dari SIK (Eskandarizadeh *et al.*, n.d.). RMGIC memiliki sifat mekanik yang superior dan kekuatan ikatan yang baik dengan dentin (Liebenberg, 2006). Proses pengerasan diawali oleh fotopolimerisasi dari radikal bebas yang terkandung dalam resin, kemudian berlanjut polimerisasi kimia resin dan pengerasan dari Semen Ionomer Kaca. Penambahan resin dalam RMGIC tidak hanya dapat mengurangi waktu pengerasan awal dan sulitnya

perawatan, tetapi dapat meningkatkan kekuatan fisik dan ketahanan aus semen (Vishnu, 2012). Penelitian *in vitro* mengungkapkan bahwa RMGIC dapat mengurangi *microleakage* pada tumpatan. Dalam sebuah studi mengevaluasi keberhasilan RMGIC sebagai bahan kaping pulpa direk hampir sama dengan Ca(OH)_2 (Jamjooon, 2008). Sebagai bahan restoratif, RMGIC dapat digunakan sebagai pit dan *fissure sealants* karena menunjukkan kekuatan yang lebih besar segera setelah diberi *light curing* dan dengan pengaplikasian yang mudah, waktu kerja yang lama dan mengurangi sensitivitas awal terhadap kontaminasi air (Aratani *et al.*, 2005). Bahan RMGIC dapat melepaskan flouride dan melepaskan monomer yang akan berkurang seiring berjalannya waktu (Mousavinasab *et al.*, 2008).

Resin Modified Glass Ionomer Cement memiliki kekuatan tekan 105 MPa dan kekuatan terhadap fraktur yang sangat baik karena ketahan dari komponen resinnya. Contoh dari RMGIC misalnya Fuji II LC, Vitremer, dan Photac Fil. Penggunaan RMGIC selain untuk liner dan bases, juga sebagai restorasi kelas I, III, atau V, bahan perekat bracket ortodhontik, sementasi mahkota dan FDPs, pegisi saluran akar, dan perbaikan *core* amalgam yang rusak dan cups (Manappallil, 2016).

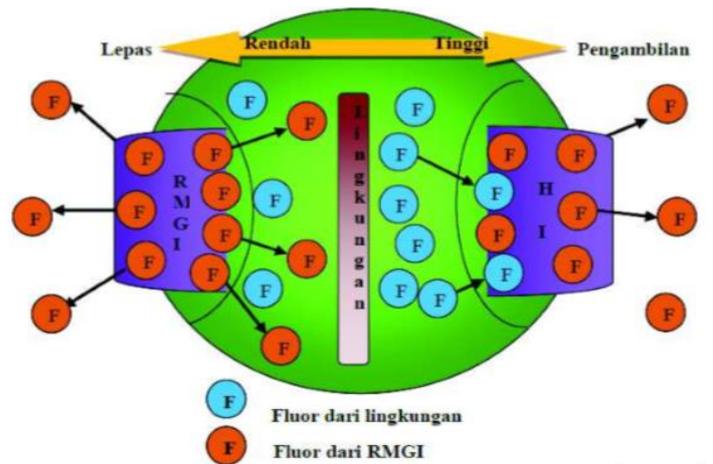
b. Kekuatan tekan

Menurut penelitian Aratani tahun 2005, Fuji II LC memiliki kekuatan tekan $214 \pm 21 \text{ MPa}^8$ dan $210.0 \pm 12.1 \text{ Mpa}$ setelah 1 hari penyimpanan dan $206.0 \pm 13.9 \text{ Mpa}$ setelah 7 hari penyimpanan. Kekuatan

tekan Fuji II LC akan berkurang ketika ratio powder dan liquid dikurangi dari 1: 1 menjadi 1:2 atau 1:3 dan akan berkurang jika disimpan dalam 1 hari, 7 hari, dan 28 hari walaupun angka penurunannya kecil (Aratani *et al.*, 2005). Kelemahan dari Fuji II LC memiliki tekstur yang dapat memburuk dengan berjalannya waktu (Perdigão *et al.*, 2012). Komposisi dari Fuji II LC yaitu *cavity conditioner*, 20% *polyacrylic acid*, 3% *aluminium chloride hydrate*, *distilled water*, dan <0, 1 bahan tambahan pangan Blue No. 1. Cairannya terdiri dari 20-20% *polyacrylic acid*, 30%-40% HEMA, 5%-7% *2,2,3,trimethyl hexamethylene dicarbonate*, 4%-6% TEGDMA, 5%-15% *proprietary ingredient* dan powdernya terdiri dari *aluminiumosilicate glass* (Perdigão *et al.*, 2012).

c. Reaksi *setting*

Reaksi *setting* dari RMGIC terbagi menjadi reaksi asam basa dan reaksi polimerisasi. Reaksi yang pertama yaitu reaksi asam basa antara *fluoroaluminosilicate* kaca dengan cairan asam (polialkenoat). Reaksi yang kedua reaksi polimerisasi untuk mengaktifkan monomer resin 2-hydroxyethylmethacrylate (HEMA) dengan aktifator kimia ataupun sinar pada hybrid ionomer di dalam bubuk dan cairan RMGIC. Adhesi yang terjadi antara gigi dengan restorasi terjadi akibat adanya suatu pertukaran ion. Reaksi glass ionomer cement adalah reaksi polimerasi dimana terjadi ikatan hidrogen antara polimer HEMA dengan asam poliakrilat. Reaksi ini dapat menghasilkan material restorasi menjadi kuat dan mengurangi kontaminasi air (Ningsih, 2014).



Gambar 3. Proses pertukaran ion RMGIC dengan lingkungan/saliva/gigi (Ningsih, 2014)

2.3 Mineral Trioxide Aggregate

a. Pengertian dan sifat

Mineral Trioxide Aggregate diperkenalkan tahun 1993 oleh Torabinejad (Patil, 2016) yang terdiri dari kalsium oksida yang berbentuk trikalsium silikat, dikalsium silikat, trikalsium aluminat, dan bismus oksida (Hilton *et al.*, 2013). *Mineral Trioxide Aggregate* memiliki beberapa kekurangan diantaranya (1) waktu *setting* yang panjang (2) atribut penanganan buruk (3) tidak ada zat pelarutnya sehingga jika sudah *setting* sulit untuk di perbaiki. Karena kelemahan tersebut, muncul penemuan-penemuan tentang modifikasi dari MTA misalnya *Bioaggregate* (BA) yang berbahan dasar kalsium-silikat inovasi dari *Bioceramix*, Vancouver, Canada. Kebanyakan unsurnya sama dengan *White MTA* (WMTA) kecuali BA tidak mengandung alumunium. BA dan MTA memiliki daya anti bakterial yang sama, kekuatan yang sama dalam mencegah *microleakage* dan toksisitas

terhadap sel sama. Belum ada penemuan tentang kekuatan tekan BA sendiri. Perubahan pH pada MTA menimbulkan berbagai variasi kondisi MTA, ketika terkena jaringan inflamasi yang terbuka pada pH rendah akan mempengaruhi sifat fisikokimiawi dan sealingnya, dan menimbulkan kekuatan ikat terhadap dentin berkurang. Sebaliknya, pH yang tinggi akan mencegah kebocoran dan meningkatkan ikatan antara MTA dengan dentin. Lingkungan yang asam dapat menjadikan kekuatan tekan MTA berkurang karena pH yang rendah di sekitarnya dapat mempengaruhi hidrasi MTA. Kekuatan MTA baik berada pada rentan pH 8,4 sampai 9,4 (Saghiri *et al.*, 2013).

b. Reaksi *setting*

Reaksi *setting* dari MTA hampir sama dengan yang ada pada semen Portland, dengan menganalisis hidrasi dari masing-masing komponen-komponennya masing-masing. Komposisi MTA terdiri dari dua reaksi hidrasi dari konstituen terbanyak yaitu *tricalcium silicate* dan *dicalcium silicate*. *Tricalcium silicate* memiliki reaksi sebagai berikut: (Patil *et al.*, 2016)



c. Kekuatan tekan

Torabeniadjid dkk, mengungkapkan bahwa kekuatan tekan MTA akan meningkat setelah 3 minggu berada pada lingkungan lembab yang mengandung air suling. Penelitian mengungkapkan bahwa MTA dapat berkurang *microleakagenya* saat MTA bersentuhan dengan

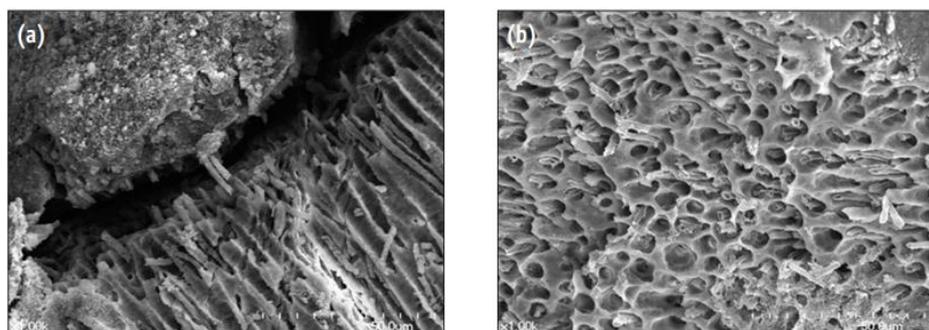
cairan jaringan sintesis. Kekuatan tekan merupakan sifat penting material jika diletakkan di dalam rongga mulut yang memiliki tekanan oklusal, seperti pada perawatan kaping pulpa direk, terapi pada pulpa vital, dan coronal barrier. Teknik pencampuran mekanik memiliki kekuatan tekan lebih baik dari pada pencampuran manualnya, dimana kekuatan tekan sebagai indikator perkembangan reaksi hidrasi dan proses pengerasan pada tumpatan (Basturk *et al.*, 2013). Tapi disisi lain akan mempersulit saat aplikasi perekatan terakhir yang membutuhkan area yang kering. Rata-rata waktu dari pengadukan awal *powder* sampai mencapai adonan yang sesuai mencapai 3 sampai 4 jam untuk menjadi material yang pelindung yang kokoh, dan membutuhkan 21 hari untuk waktu pengerasan sempurna (Eid *et al.*, 2012). Kekuatan tekan MTA dipengaruhi oleh tipe MTA, pencampuran bubuk dan cairannya, tekanan saat mengkondensasi, prosedur etsa asam, dan teknik mengaduknya. MTA yang disimpan dalam suhu lembab selama 4 hari memiliki kekuatan tekan lebih besar dari yang disimpan selama 4 jam (Basturk *et al.*, 2013). Komponen fisik dan kimia dapat mempengaruhi reaksi *setting* dan kekuatan tekan MTA (Ertas *et al.*, 2014).

Jenis MTA baru dipatenkan di AS dengan jenis MTA berskala nano (NWMTA) dengan karakteristik waktu setting yang cepat kurang dari 5 menit. Mineral Trioxide Agregate dapat diaplikasikan pada Semen Ionomer Kaca yang masih baru saat perawatan satu kali

kunjungan karena terbukti berhasil dan tidak menimbulkan reaksi negatif (Eid *et al.*, 2012).

d. Adhesi MTA

Mineral Trioxide Aggregate memiliki *sealing ability* yang baik. Lapisan pada *interface* MTA terbentuk sebagai biomineralisasi dan beberapa struktur *tag-like* yang terbentuk dari proses tersebut. Hidroksiapatit juga terbentuk sebagai hasil dari MTA dengan dentin. Struktur *tag-like* diyakini sebagai hasil dari pemecahan ion MTA yang menghasilkan pertumbuhan dan nukleasi lapisan apatit. Ion kalsium yang dilepas dari semen berdifusi melalui tubulus dentin dan bereaksi dengan ion fosfat dalam cairan jaringan, dan menghasilkan kalsium fosfat. Kalsium fosfat ini dimasukkan ke ion lain dan dimatangkan menjadi Karbonat apatit (CDHA). Hal ini menunjukkan kemungkinan bahwa mineral yang diendapkan membentuk lapisan mineral diantara MTA dan dentin yang menghasilkan ikatan kimia antara MTA dengan dentin (Chang, 2012).



Gambar 4. Scanning Electron Microscop (SEM) yang menunjukkan struktur pada (a) interface ortho MTA-dentin (X1, 1000) dan (b) tubulus dentin (X1, 1000) (Chang,2012)

3. Sifat Bahan

Sifat bahan diperlukan ketika akan memilih dan menggunakan bahan. Sifat tersebut dapat memprediksi *behavior*, fungsi di dalam mulut dan seberapa lama bahan dapat bertahan. Macam-macamnya ada sifat fisik, sifat mekanik, sifat kimia, sifat thermal, dan sifat optical (Manappallil, 2016).

a. Sifat Fisik

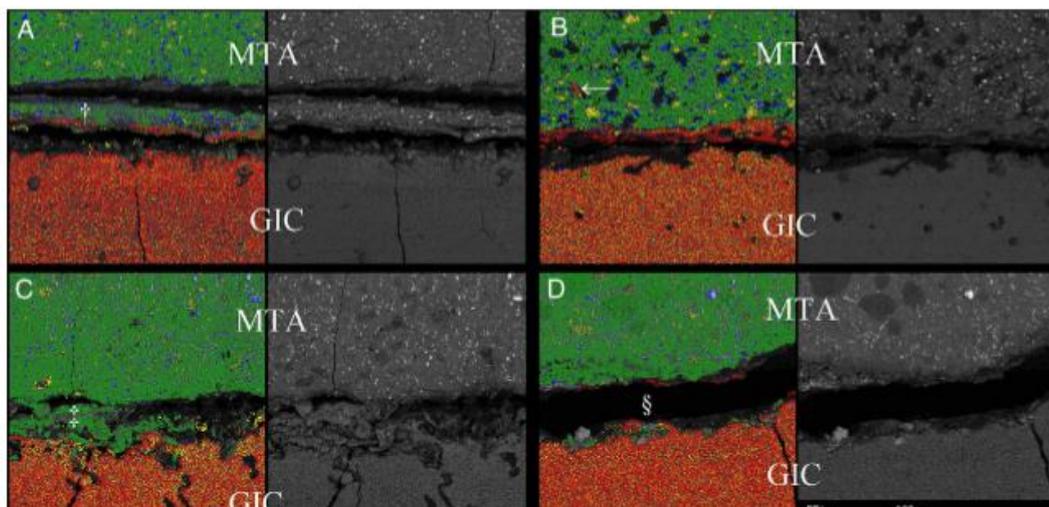
Sifat fisik digunakan untuk mengamati dan mendeskripsikan bahan. Sifat ini dapat diukur atau di observasi tanpa merubah komposisi bahan. Sifat fisik meliputi penampilan, tekstur, warna, temperatur, titik didih, titik lebur, massa jenis, polaritas, kelarutan, transisi kaca, bau dan sifat optik (Manappallil, 2016).

b. Sifat Mekanik

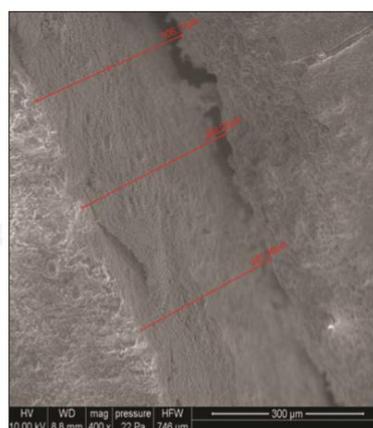
Sifat mekanik yaitu sifat material yang berhubungan dengan gaya atau tekanan dan menggambarkan bagaimana bahan itu bereaksi ketika ada kekuatan fisik. Sifat mekanik terdiri atas tekanan (*stress*), *strain*, elastik *limit*, *impact*, *strength* (kekuatan) dll. Kekuatan itu sendiri terdiri atas kekuatan tekan, kekuatan tarik, *hardness*, modulus elastisitas, *fracture resistance* dan *wear resistance* (Manappallil, 2016).

4. Adhesi antara RMGIC dan MTA

Pembentukan kristal garam kalsium antar permukaan MTA dan GIC dapat dikaitkan dengan proses pematangan MTA normal di kelembaban yang cukup seperti yang dijelaskan pada penelitian sebelumnya. Keberadaan garam kalsium antar permukaan MTA dan GIC adalah hasil dari anion karboksilat yang bermuatan negatif (RCOO^-) dalam asam poliakrilat dengan kalsium dalam MTA.



Gambar 5. Permukaan antara MTA dan GIC



Gambar 6. Permukaan antara RMGIC dan MTA dengan perbesaran 400x

(Patil *et al.*, 2016)

5. Kekuatan tekan

Kekuatan tekan dan peningkatan kekuatan suatu biomaterial yang diberikan dari waktu ke waktu adalah suatu indikator dari stabilitas bahan dan reaksi *setting* material (Shahi et al., 2014). Kekuatan tekan ditentukan dengan meletakkan spesimen silindris ke beban tekan. Nilai kekuatan diperoleh dari luas penampang dan gaya yang diberikan (Manappallil, 2016).

Rumus kekuatan tekan menurut Nugroho *et al* (2007) yaitu :

$$\text{Kekuatan Tekan (Sc)} = \frac{F}{(0.25 \times \pi \times d \times d)} = \frac{F}{A}$$

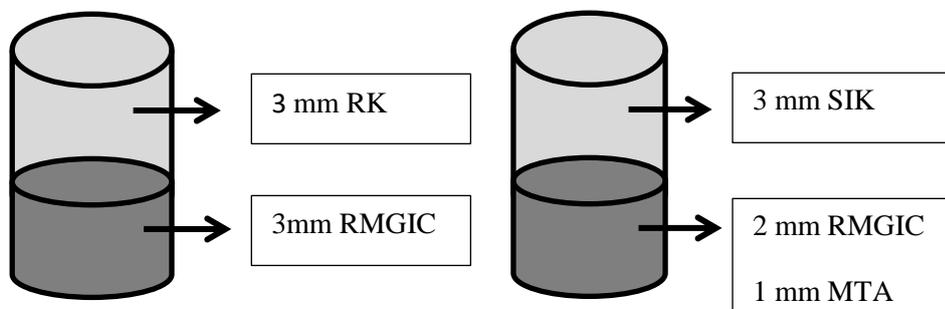
Keterangan : Sc = kekuatan tekan (MPa)

F = beban (N)

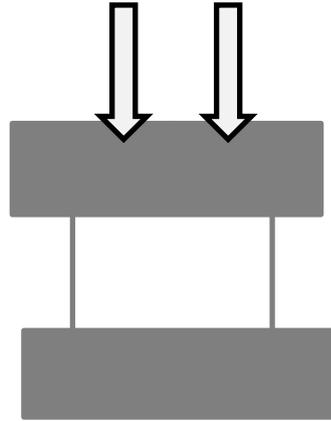
d = diameter silinder (mm)

π = tetapan yang mempunyai nilai 3, 14

Satuan kekuatan tekan dinyatakan dalam N/mm atau Pascal (1Mpa = 1MN/mm²) . yang biasa digunakan adaah satuan dalam MPa, dimana 1 MPa= 10⁶ Pa (Craig, 1993).



Gambar 7. Ilustrasi cetakan bahan yang diteliti



Gambar 8. Skema uji tekan

B. Landasan Teori

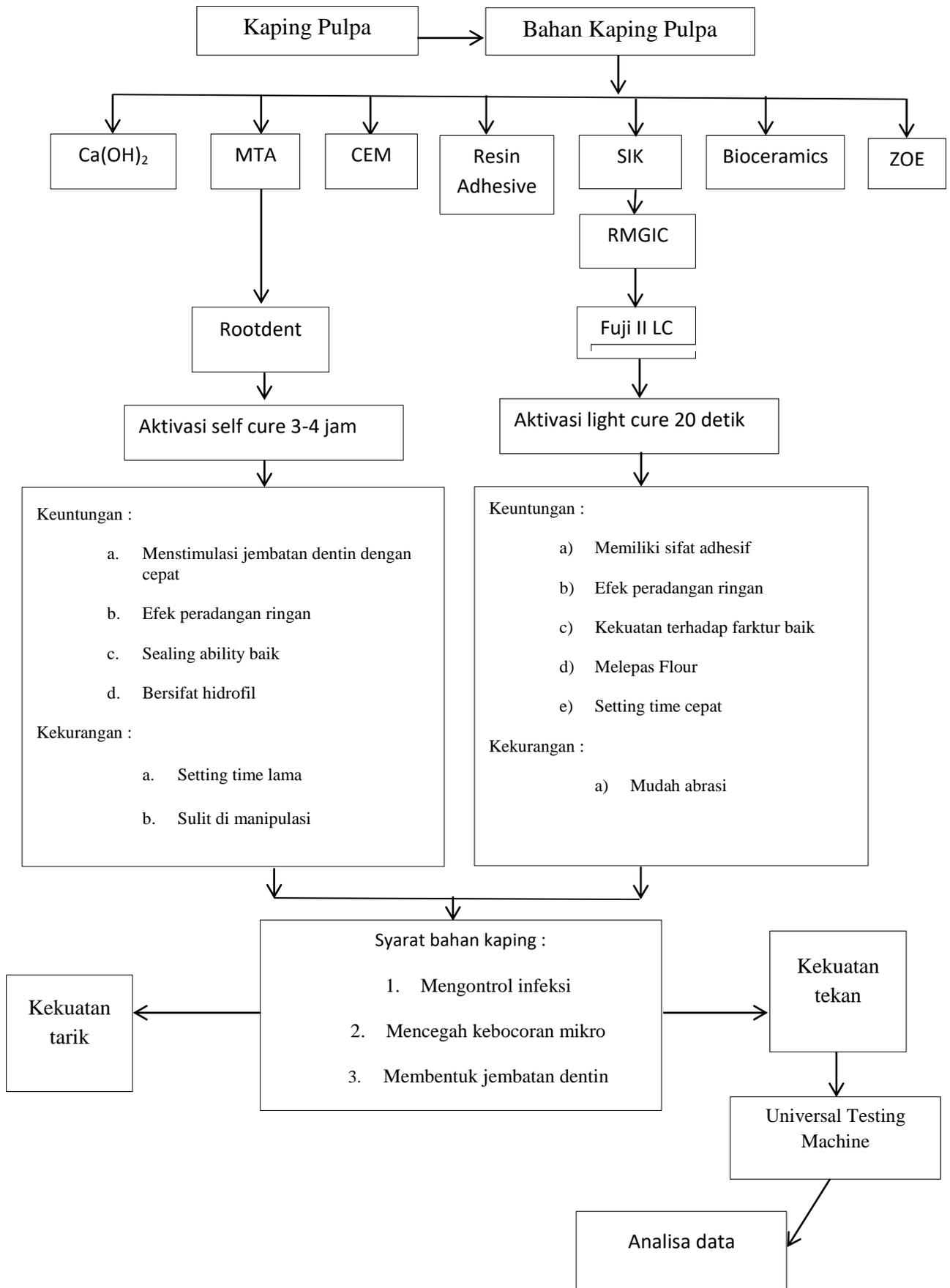
Kaping pulpa adalah perawatan untuk mempertahankan gigi vital. Ada dua macam kaping pulpa, yaitu kaping pulpa direk yang digunakan saat pulpa terbuka dan kaping pulpa tidak direk yang digunakan untuk karies dentin yang masih terdapat dentin tipis diatas pulpanya. Bahan kaping pulpa ada bermacam-macam, diantaranya Ca(OH)_2 , Zinc Oxide Eugenol, biokeramik, resin adhesive, CEM, Mineral Trioxide Agregate, Semen Ionomer Kaca dan RMGIC.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Resin Modified Glass Ionomer Cement* dimana memiliki banyak keuntungan dan sudah sejak lama digunakan sebagai material di kedokteran gigi, dan bahan baru yang dipercaya efektif sebagai bahan kaping pulpa yaitu *Mineral Trioxide Agregate*.

Setiap bahan memiliki sifat yang diperlukan dalam pemilihan bahan agar keberhasilan perawatan dapat dicapai. Sifat tersebut meliputi sifat fisik, sifat mekanik, sifat kimia, dll. Kekuatan tekan merupakan bagian dari sifat mekanik bahan, dimana sifat mekanik berhubungan dengan setting bahan dan

bagaimana reaksinya ketika mendapat tekanan fisik. Uji yang digunakan untuk mengukur kekuatan tekan suatu material yaitu salah satunya menggunakan *universal testing machine* dimana satuan hitungnya menggunakan satuan MPa. Jadi, peneliti ingin menilai kekuatan tekan pada bahan kaping pulpa yang sering digunakan di Rumah Sakit Gigi dan Mulut Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yaitu bahan *Resin Modified Glass Ionomer Cement* dan *Mineral Trioxide Aggregate*.

C. Kerangka Konsep



D. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan uraian landasan teori diatas, maka dapat diajukan hipotesis terdapat perbedaan kekuatan tekan antara *Resin Modified Glass Ionomer Cement* dengan *Mineral Trioxide Aggregate*.

