

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Telaah Pustaka

1. Struktur Gigi

a. Email

Email adalah struktur gigi yang paling keras dan merupakan lapisan terluar yang melapisi mahkota gigi. Secara kimia email merupakan kristal terkalsifikasi dengan komponen anorganik 95-98%, unsur organik sekitar 2%, dan kandungan air sekitar 1%. Unsur mineral terbanyak pada email adalah hidroksi apatit. Email terbentuk oleh sel-sel ameloblas yang berasal dari lapisan embrionik ektoderm. Email memiliki ketebalan tidak sama, dengan email paling tebal berada di daerah oklusal atau insisal dan semakin menipis mendekati pertautan dengan sementum (Sumawinata, 2004).

b. Dentin

Dentin merupakan pondasi elastik email yang dilindungi sementum pada bagian akar dan mendukung email pada mahkota gigi. Kekuatan dan ketahanan struktur mahkota berhubungan dengan integritas dentin. Dentin berfungsi sebagai barrier dan merupakan suatu ruangan perlindungan untuk jaringan pulpa vital. Sebagai jaringan tanpa suplai vaskuler atau persyarafan, dentin tetap mampu merespon eksternal termal, kimia, atau rangsangan mekanik. Dentin terdiri atas 45-50%

kristal apatit anorganik, 30% matriks organik, dan sekitar 25% air dengan ketebalan 3-3,5 mm dari DEJ sampai ke pulpa. Dentin biasanya berwarna kuning pucat dan sedikit lebih keras daripada tulang. Ada 2 jenis utama dentin, yaitu: 1) dentin intertubular yang merupakan komponen struktural hidroksi apatit dan mengandung kolagen matriks yang membentuk sebagian besar struktur dentin, 2) dentin peritubular yang merupakan lapisan terbatas pada dinding tubulus. Rasio komponen sangat tergantung pada lokasi (kedalaman) dentin, umur, dan riwayat trauma gigi (Summitt *et al*, 2006).

Menurut Hargreaves dan Goodis (2002), klasifikasi dentin berdasarkan waktu terbentuknya terdiri dari:

1) Dentin primer

Dentin primer adalah dentin tubular yang biasanya terbentuk sebelum gigi erupsi dan lengkap pembentukannya pada saat terbentuknya akar gigi. Bagian pertama yang dibentuk adalah mantel gigi.

2) Dentin sekunder

Dentin sekunder adalah dentin yang terbentuk dari sirkum pulpal (kontinuitas tubular dari dentin primer) pembentukannya berjalan lambat pada sisa masa pertumbuhan gigi.

3) Dentin tersier

Dentin tersier menggambarkan lapisan dentin yang terbentuk sebagai respon lokal dalam menanggapi rangsangan berbahaya

seperti pemakaian gigi, karies gigi, preparasi kavitas, dan prosedur restoratif. Berbeda dengan dentin sekunder, perkembangan dan fisiologis dentin tersier dihasilkan sebagai respon terhadap berbagai bentuk iritasi. Dentin tersier merupakan mekanisme pertahanan terhadap hilangnya email, dentin, atau sementum.

Ada 2 tipe dentin tersier berdasarkan sel yang bertanggung jawab pada pembentukan dentin, yaitu dentin reaksioner dan dentin reparatif. Dentin reaksioner didefinisikan sebagai dentin tersier yang dibentuk oleh sel-sel hidup odontoblas, respon tersebut terlihat setelah adanya rangasangan ringan, sedangkan dentin reparatif merupakan dentin tersier yang dibentuk oleh sel odontoblas yang biasanya terlihat setelah adanya rangsangan kuat. Pernyataan dalam studi primata, pulpa terkena paparan mulai mengalami peningkatan aktivitas mitosis di antaranya fibroblas di zona kaya sel. Sel tersebut akan bermigrasi ke permukaan dentin, matang menjadi pre-odontoblas dan akhirnya menjadi odontoblas pengganti. Karakteristik sel-sel baru berbentuk cuboid dengan badan sel datar dan memiliki kepadatan lapisan odontoblas lebih rendah dari lapisan sel odontoblas yang asli (Hargreaves dan Goodis, 2002).

Rangsangan pada odontoblas seperti karies, atrisi, abrasi, dan erosi dapat mengakibatkan odontoblas hancur dan meninggalkan tubuli kosong yang dipenuhi udara yang disebut *dead tracts*. *Dead tracts* tampak berwarna hitam ketika ada transmisi cahaya dan

tampak putih pada refleksi cahaya. Pada daerah tanduk pulpa *dead tracts* akan terlihat lebih sempit karena pada area tersebut terdapat banyak odontoblas. Keadaan tersebut biasanya terjadi pada orang yang berusia lanjut (Ongole dan Praveen, 2013).

c. Sementum

Sementum adalah jaringan yang sangat bervariasi. Pada beberapa mamalia sementum hanya menyelubungi akar gigi, namun pada beberapa mamalia lain ditemukan lapisan sementum yang menyelubungi mahkota dan akar. Ketebalan sementum hanya sekitar 20 μm , atau dapat lebih tebal beberapa milimeter pada beberapa spesies. Ketebalannya bervariasi dipengaruhi oleh umur dan bagian mana yang diperiksa. Secara umum komposisi kimia sementum mirip tulang, yang mana tersusun atas 70% berat kering bahan anorganik, 21% kolagen, dan 1% komponen organik lainnya. Serat kolagen muncul pada 2 sumber, serat ekstrinsik besar yang berada pada ligamen periodontal dan serat ekstrinsik kecil yang membangun sementum pada bagian dalam. Komposisi sementum bervariasi tergantung lapisan dan bagian gigi (Hillson, 2005).

d. Pulpa

Pulpa gigi adalah jaringan lunak yang terletak di tengah-tengah gigi. Jaringan ini merupakan pembentuk, penyokong dan merupakan bagian integral dari dentin yang mengelilinginya. Fungsi primer pulpa adalah formatif yakni membentuk odontoblas dan odontoblas ini tidak hanya membentuk dentin melainkan berinteraksi pula dengan epitelium

dentalis untuk memulai pembentukan email di masa awal perkembangan gigi. Setelah pembentukan gigi, jaringan pulpa melaksanakan fungsi sekundernya yakni, fungsi yang terkait dengan sensitivitas gigi (sensori), hidrasi (nutritif), dan pertahanan (defensif) (Walton dan Torabinejad, 2008).

2. Karies

a. Definisi

Karies gigi merupakan sebuah proses yang berkelanjutan dari demineralisasi jaringan keras gigi yang disebabkan oleh aktivitas mikroba (Qualtrough *et al*, 2005). Pernyataan lain juga menyatakan bahwa karies merupakan penyakit mikrobiologi pada struktur keras gigi yang merupakan kelanjutan dari proses demineralisasi anorganik dan dapat merusak substansi organik gigi (Chandra *et al*, 2007).

b. Faktor yang Mempengaruhi

Karies dapat terjadi karena beberapa faktor, di antaranya host, bakteri, diet, saliva dan faktor pendukung lainnya (Hargreaves dan Goodis, 2002). Menurut Qualtrough *et al* (2005) karies gigi mempunyai penyebab yang multifaktoral, namun ada 4 faktor yang harus ada dalam pembentukan lesi karies, yaitu bakteri pada plak gigi, substrat seperti karbohidrat yang diragikan, permukaan gigi, dan waktu.

Faktor yang berpengaruh pada proses karies secara garis besar meliputi plak, gigi, diet dengan faktor pendukung berupa waktu, fluor, saliva, faktor sosial dan demografi (Summitt *et al*, 2006)

1) Plak

Prevalensi *Streptococcus mutans* dan *Lactobacilli* dikaitkan dengan terjadinya karies gigi. *Streptococcus mutans* terlibat dalam inisiasi pembentukan lesi karies, sementara *Lactobacilli* tumbuh subur dalam lingkungan karies dan berkontribusi terhadap perkembangan karies. Tingginya jumlah *Streptococcus mutans* dan *Lactobacilli* mungkin akibat dari asupan gula yang tinggi dan tingkat pH rendah yang dihasilkan plak gigi. Flora rongga mulut berkolonisasi pada gigi terus-menerus dalam jangka waktu beberapa hari sampai plak gigi mengandung bakteri asidogenik untuk menurunkan tingkat pH plak gigi yang dapat menyebabkan demineralisasi.

2) Gigi

Gigi terdiri dari mineral kalsium fosfat yang didemineralisasi ketika pH lingkungan rendah. Selama proses pemulihan, gigi akan mengalami remineralisasi membutuhkan waktu lebih lambat dibandingkan proses demineralisasi. Dentin lebih rentan mengalami demineralisasi daripada email karena perbedaan struktural.

3) Diet

Karbohidrat merupakan hal yang diperlukan bakteri untuk menghasilkan asam pada proses demineralisasi. Saran diet untuk pencegahan karies pada umumnya didasarkan pada tiga prinsip, yaitu penurunan pH berlangsung selama kurang lebih 30 menit, frekuensi

asupan lebih penting daripada kuantitas, makanan lengket merupakan faktor penting pada sifat kariogenik. Pencegahan karies dengan cara pembatasan konsumsi gula memperlihatkan hasil yang kecil. Informasi yang dikumpulkan dengan metode pH telemetri mengungkapkan bahwa penurunan pH disebabkan oleh makanan yang tertinggal selama berjam-jam dan tidak ada rangsangan aliran saliva. Penurunan kadar pH secara kuat biasanya ada di daerah di mana suplai air liur hanya sedikit atau tidak ada dan daerah ini paling rawan terjadi karies. Konsumsi apel dapat menurunkan pH selama 2 jam atau lebih, sedangkan cokelat dan karamel batang dianggap buruk karena bersifat lengket pada gigi.

4) Waktu

Waktu mempengaruhi proses karies dalam beberapa cara. Karies terjadi apabila substansi (gula diet) hadir untuk jangka waktu cukup lama yang bisa menyebabkan demineralisasi. Lesi karies tidak berkembang dalam semalam, tetapi membutuhkan waktu bertahun-tahun sampai terbentuknya kavitas.

5) Fluoride

Pada sebuah percobaan menunjukkan bahwa fluoride melindungi email lebih efektif ketika hadir dalam bentuk larutan pada lingkungan asam daripada saat dimasukkan ke dalam struktur email. Mekanisme fluoride dalam menghambat demineralisasi adalah dengan cara mengendapkan kalsium dan fosfat terlarut dan

mencegah komponen ini larut dari email ke dalam plak dan saliva. Pemberian fluoride bertujuan untuk mempersempit pori-pori di permukaan email yang merupakan jalur difusi asam yang diproduksi plak gigi dalam menembus enamel.

6) Saliva

Saliva berperan penting pada kondisi rampan karies yang memiliki aliran saliva rendah. Saliva tidak memiliki kualitas perlindungan, tetapi laju aliran dan kapasitas buffer merupakan hal yang paling penting membantu untuk menetralkan dan membersihkan asam dan karbohidrat dari plak gigi.

7) Faktor sosial dan demografi

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa di dunia Barat, karies gigi lebih menonjol pada kelompok sosial ekonomi rendah, di daerah yang kurang makmur, dan di antara beberapa etnis minoritas.

c. Proses Terjadinya Karies

Sumber rasa manis dari sukrosa yang dikonsumsi dalam bentuk gula dan permen karet yang disebut gula tebu sering digunakan untuk makanan dan minuman. Sukrosa mempunyai kelebihan dibanding dengan fruktosa yaitu lebih mengandung nutrisi dan lebih murah. Substrat yang menempel pada permukaan gigi mempunyai sifat lebih lengket sehingga harus cepat dibersihkan dengan penyikatan. Pembersihan gigi yang tidak adekuat akan merangsang pertumbuhan *Streptococcus*. *Streptococcus* berperan dalam tahap awal terjadinya

karies dengan cara merusak bagian luar email, selanjutnya *Lactobacillus* akan mengambil alih peran pada karies yang telah dalam dan akan lebih merusak. Di dalam mulut, saliva merupakan cairan protektif. Rendahnya sekresi saliva dan kapasitas buffer menyebabkan berkurangnya kemampuan membersihkan sisa makanan dan mematikan mikroorganisme, kemampuan menetralisasi asam, serta kemampuan menimbulkan demineralisasi email. Suatu penurunan kecepatan sekresi saliva bisa diikuti oleh peningkatan jumlah *Streptococcus mutans* dan *Lactobacillus* (Prasetya, 2008).

d. Pengaruh Karies Terhadap Jaringan Pulpa

Kerusakan jaringan keras gigi seperti karies dapat membahayakan pulpa. Cedera pada pulpa bisa menimbulkan ketidaknyamanan dan penyakit, sehingga kesehatan pulpa merupakan hal yang paling penting (Walton dan Torabinejad, 2008).

3. Penyakit Pulpa

Klasifikasi penyakit pulpa berdasarkan tanda-tanda dan gejala klinis dapat dibedakan menjadi pulpitis reversibel, pulpitis irreversibel, pulpitis hiperplastik, dan nekrosis pulpa (Walton dan Torabinejad, 2008).

a. Pulpitis Reversibel

Pulpitis reversibel adalah suatu inflamasi pulpa yang dapat kembali normal jika penyebab inflamasi dihilangkan. Penyebabnya dapat berupa karies insipien, erosi servikal, atrisi oklusal, prosedur operatif, kuretase

periodontium yang dalam, dan fraktur email yang menyebabkan tubulus dentin terbuka (Walton dan Torabinejad, 2008).

Pulpitis reversibel ditandai dengan keadaan periapikal yang normal namun terjadi respon berlebih terhadap stimulus dingin (sensasi yang timbul hanya beberapa detik). Keadaan pulpitis reversibel yang tidak segera dilakukan perawatan atau penghentian stimulus dapat berkembang menjadi pulpitis irreversibel (Ingle *et al*, 2008).

b. Pulpitis Irreversibel

Pulpitis irreversibel merupakan suatu inflamasi pulpa yang tidak mampu kembali pada keadaan pulpa normal. Gejala dapat berupa nyeri yang menetap terhadap rangsang panas, terkadang juga terhadap rangsang dingin. Rasa nyeri yang ditimbulkan oleh rangsangan dapat berkembang menjadi nyeri spontan dengan intensitas lebih sering dan konstan (Ingle *et al*, 2008).

c. Pulpitis Hiperplastik

Pulpitis hiperplastik atau sering disebut pulpa polip merupakan bentuk dari pulpitis irreversibel akibat tumbuhnya pulpa muda yang terinflamasi secara kronik hingga mencapai ke permukaan oklusal. Pulpa polip biasanya bersifat asimtomatik dan terlihat sebagai benjolan berwarna kemerah-merahan pada kavitas karies. Tanda-tanda klinis berupa nyeri spontan dan nyeri yang menetap terhadap stimulus panas dan dingin (Walton dan Torabinejad, 2008).

d. Nekrosis Pulpa

Nekrosis pulpa adalah kematian pulpa yang merupakan proses lanjutan dari radang pulpa akut maupun kronis dan dapat terjadi secara parsial maupun total. Penyebab nekrosis dapat berupa bakteri, trauma, iritasi terhadap bahan restorasi seperti silikat dan akrilik, radang pulpa yang berlanjut, dan dapat diakibatkan oleh pengaplikasian bahan devitalisasi seperti arsen. Tanda dan gejala yang timbul berupa perubahan warna gigi, tidak terasa sakit meskipun dilakukan preparasi kavitas sampai kamar pulpa, dan terjadi penebalan ligamen periodontal pada gambaran radiografis (Tarigan, 2006).

4. Kaping Pulpa

a. Kaping Pulpa Direk

1) Definisi

Menurut *dental dictionary*, kaping pulpa direk adalah suatu tindakan pengaplikasian obat atau material pada pulpa yang terbuka dengan tujuan untuk menstimulasi perbaikan jaringan pulpa yang terluka (Babbush *et al*, 2008).

Pendapat lain mengungkapkan bahwa kaping pulpa direk adalah teknik perawatan pulpa vital yang dilakukan jika pulpa terbuka secara mekanis (tidak sengaja) dan pulpa terbuka karena karies. Terbukanya pulpa secara mekanis dapat terjadi pada preparasi kavitas yang berlebihan. Keadaan pulpa masih normal pada kasus terbukanya pulpa secara mekanis, sedangkan terbukanya pulpa

karena karies yang dalam kemungkinan besar pulpanya telah terinflamasi (Walton dan Torabinejad, 2008).

2) Tujuan

Kaping pulpa direk bertujuan untuk memelihara vitalitas pulpa, menghilangkan dentin terinfeksi, memelihara ruangan untuk erupsi gigi permanen, dan memelihara fungsi gigi desidui (Dumsha dan Gutmann, 2000).

3) Indikasi

Kaping pulpa direk diindikasikan untuk gigi dengan pulpa terbuka secara mekanis dan pulpa terbuka karena karies (Walton dan Torabinejad, 2008). Menghindari kontaminasi bakteri merupakan hal penting yang harus diperhatikan ketika pulpa terbuka akibat preparasi gigi atau trauma. Kontraindikasi kaping pulpa direk yaitu gigi dengan pulpa terbuka karena karies, sebab infiltrasi bakteri akan terjadi dalam pulpa dan tidak dapat dikembalikan pada keadaan semula sehingga solusinya adalah pulpektomi (van Noort, 2007).

4) Kontraindikasi

Kontraindikasi kaping pulpa direk adalah jika ditemukan nyeri spontan pada gigi, adanya kegoyahan gigi yang berlebih, ada kelainan ligamen periodontal, degenerasi periradikuler, perdarahan tidak terkontrol pada pulpa terbuka, terdapat eksudat (Ingle dan Bakland, 2002).

- 5) Tahapan kaping pulpa direk menurut Dumsha dan Gutmann (2000)
 - a) Gigi diisolasi menggunakan rubber dam
 - b) Menghilangkan karies dentin secara lengkap
 - c) Bagian yang terpapar dicuci secara hati-hati menggunakan salin atau larutan steril (anestetik, air)
 - d) Bagian yang terpapar dikeringkan menggunakan kapas steril atau paper point steril
 - e) Beberapa dokter berpendapat bahwa tidak boleh ada gumpalan debris sebelum penempatan medikamen
 - f) Bagian yang terpapar dilapisi menggunakan bahan kalsium hidroksida
 - g) Restorasi permanen diletakkan secara langsung di atas medikamen atau penempatan lining terlebih dahulu, tergantung pada jenis restorasi yang digunakan
 - h) Pasien kontrol secara berkala untuk melihat ada tidaknya tanda atau gejala pulpitis irreversibel atau nekrosis pulpa
- 6) Faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan perawatan kaping pulpa direk menurut Sabir (2003):
 - a) Ukuran pulpa yang terbuka
 - b) Lokasi terbukanya pulpa
 - c) Fragmen dentin
 - d) Kontrol perdarahan
 - e) Kontaminasi bakteri

- f) Kontaminasi saliva
- 7) Kriteria keberhasilan kaping pulpa direk secara klinis (Sabir, 2003)
 - a) Pulpa tetap vital
 - b) Tidak ada rasa sakit
 - c) Sensitifitas terhadap rangsang dingin atau panas minimal
- 8) Kriteria kegagalan setelah kaping pulpa direk (Sherwood, 2010)
 - a) Inflamasi pulpa kronik: tidak ada efek penyembuhan pulpa sehingga pada keadaan tersebut harus dilakukan pulpektomi penuh.
 - b) Gumpalan darah pada ekstra pulpa: harus ada pencegahan gumpalan darah berkontak dengan pulpa yang sehat dan bahan restorasi agar proses penyembuhan luka tetap berlangsung.
 - c) Kegagalan restorasi: jika restorasi tidak mampu menghalang kontaminasi bakteri maka dapat meningkatkan kegagalan perawatan.

b. Kaping Pulpa Indirek

1) Definisi

Menurut *dental dictionary*, kaping pulpa indirek adalah suatu tindakan pemberian bahan kimia (biasanya kalsium hidroksida) di atas sisa karies dentin yang memiliki potensi terbukanya pulpa untuk melindungi pulpa dari iritasi eksternal (Babbush *et al*, 2008).

Pendapat lain mengungkapkan bahwa kaping pulpa indirek merupakan suatu prosedur perawatan dengan cara pengaplikasian

suatu bahan di atas ketebalan dentin yang tersisa. Tindakan tersebut dilakukan jika sisa ketebalan dentin yang ada dihilangkan dapat menyebabkan terbukanya pulpa gigi permanen yang belum dewasa (Ingle *et al*, 2008).

Menurut observasi Sir John Tomes pada tahun 1859, perubahan warna dan demineralisasi pada kavitas dentin yang dalam harus dihilangkan sebelum merestorasi gigi untuk mendapatkan hasil yang memuaskan. Menghilangkan lapisan dentin mungkin dapat menyebabkan terbukanya pulpa yang dapat merusak prognosis perawatan. Untuk melindungi vitalitas gigi dari terbukanya pulpa akibat pembuangan semua jaringan terinfeksi dapat dilakukan perawatan kaping pulpa indirek dengan syarat tidak ada pulpa terbuka, perdarahan pada atau dekat ruang pulpa (van Noort, 2007).

2) Tujuan

Kaping pulpa indirek bertujuan untuk mempertahankan vitalitas pulpa, mencegah terbukanya pulpa, menghilangkan dentin terinfeksi, membentuk dentin reparatif atau dentin tersier, memelihara ruang untuk erupsi gigi permanen, dan memelihara fungsi gigi desidui (Dumsha dan Gutmann, 2000)

3) Indikasi

Kaping pulpa indirek diindikasikan untuk lesi karies yang dalam tetapi belum mencapai pulpa, tidak ada limfadenopati, keadaan gingiva yang normal, warna gigi normal, tidak ada kerusakan lamina

dura, ruang ligament periodontal dalam keadaan normal, tidak ada radiolusen pada interradikuler atau periapikal, tidak adanya rasa nyeri spontan (Ingle dan Bakland, 2002).

4) Kontraindikasi

Adanya rasa nyeri yang tajam dan menetap ketika ada rangsang, nyeri spontan yang lama biasanya saat malam, gigi goyah secara berlebih, gigi berubah warna, gigi nekrosis, karies dengan pulpa terbuka, adanya kerusakan lamina dura, adanya area radiolusen pada ujung akar gigi (Ingle dan Bakland, 2002).

5) Tahapan kaping pulpa indirek menurut Dumsha dan Gutmann (2002)

a) Kunjungan pertama

- (1) Gigi diisolasi menggunakan rubber dam
- (2) Karies dentin dihilangkan sampai pada bagian yang diperkirakan akan memberikan tambahan paparan pulpa
- (3) Penggunaan hati-hati dari bur bulat kecepatan lambat akan mencegah paparan pulpa yang disengaja
- (4) Ekskavator juga dapat digunakan untuk menghilangkan dentin karies
- (5) Area harus irigasi setelah penghilangan semua dentin yang terinfeksi
- (6) Dentin terinfeksi dikeringkan dan kavitas disiapkan dengan syringe udara
- (7) Medikamen diletakkan di atas dentin terinfeksi

- (8) Restorasi (komposit, amalgam) ditempatkan langsung di atas medikamen
- (9) Pasien kontrol setelah 8-10 minggu
- b) Kunjungan kedua
 - (1) Gigi diisolasi menggunakan rubber dam
 - (2) Restorasi permanen dibongkar
 - (3) Beberapa karies yang tersisa dihilangkan secara lengkap
 - (4) Tindakan harus dilakukan secara hati-hati agar dentin terinfeksi tidak terkena ujung explorer karena lapisan tersebut cukup tipis
 - (5) Lapisan kalsium hidroksida atau seng oksida ditempatkan kembali di atas area tersebut
 - (6) Restorasi permanen diaplikasikan kembali pada gigi (komposit, amalgam, mahkota stainless steel)
 - (7) Pasien kontrol secara berkala untuk melihat tanda atau gejala pulpitis irreversibel atau nekrosis pulpa
- 6) Stepwise Excavation (Padmaja dan Raghu, 2010)
 - a) Ekskavasi pertama
 - (1) Gigi yang telah dianestesi diisolasi menggunakan rubber dam.
 - (2) Preparasi kavitas menggunakan bur kecepatan tinggi dengan pendingin air.

- (3) Ekskavasi jaringan karies yang lunak di dinding-dinding kavitas menggunakan *excavator spoon* tajam steril kemudian diikuti dengan ekskavasi bagian tengah kavitas untuk menghilangkan dentin nekrotik, dan dentin yang terinfeksi.
 - (4) Restorasi sementara (*zinc oxide eugenol reinforced*) diaplikasikan di atas kavitas yang telah dibersihkan dari jaringan karies.
- b) Ekskavasi kedua
- (1) Restorasi sementara dibongkar kemudian area kerja diisolasi menggunakan ruber dam untuk melakukan ekskavasi akhir.
 - (2) Dentin tampak lebih kering, lebih keras, dan gelap pada tahap ini jika dibandingkan dengan tahap sebelumnya.
 - (3) Aplikasi restorasi permanen dengan bahan sesuai pilihan klinisi.
 - (4) Kontrol dengan interval 6 minggu, 3 bulan dan 6 bulan untuk evaluasi klinis dan radiografi.
- 7) Kriteria keberhasilan klinis setelah prosedur kaping pulpa indirek (Dumsha dan Gutmann, 2000)
- a) Pasien asimtomatik
 - b) Tidak ada bukti radiografis yang menunjukkan perubahan pathosis

- c) Gigi pasien dapat berfungsi baik
- d) Jaringan lunak dalam batas normal
- e) Perkembangan normal radikuler struktur gigi

5. Kalsium Hidroksida

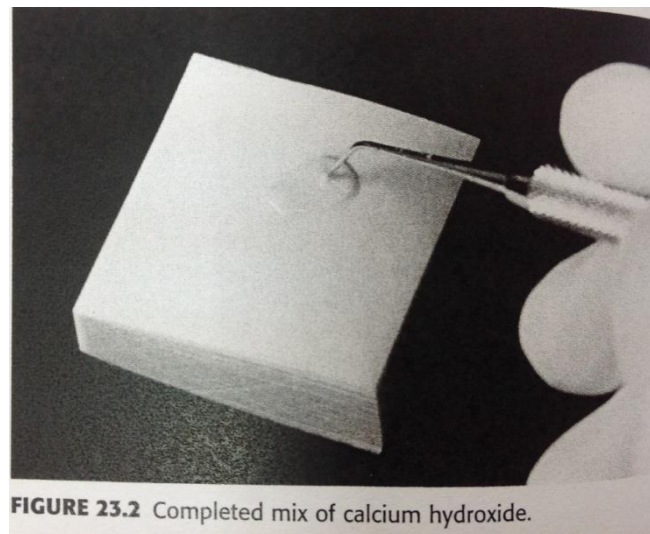
Kalsium hidroksida merupakan material dasar yang digunakan untuk kaping pulpa direk dan indirek serta berfungsi sebagai pelindung jaringan gigi di bawah restorasi komposit karena material tersebut dinilai tidak mengganggu polimerisasi dari resin komposit. Sifatnya sebagai basis kekuatan rendah, kalsium hidroksida berfungsi sebagai pelindung pulpa dari iritasi bahan kimia dan memberikan manfaat terapi untuk pulpa. Basis kekuatan rendah sering disebut sebagai liner (Craig *et al*, 2004).

Penggunaan kalsium hidroksida sebagai liner dikarenakan kemampuannya merangsang pembentukan dentin reparatif dan sifat biokompatibilitasnya. Keberhasilan perawatan juga dikaitkan dengan sifat antibakteri dan pH tinggi yang mengurangi penyebab radang pulpa. Keuntungan penggunaan kalsium hidroksida sebagai material liner adalah aktivitas biologi yang menstimulasi terbentuknya dentin baru, memiliki sifat bakteriostatik terhadap bakteri yang ada pada karies dentin, dan mampu melindungi pulpa dengan cara mencegah difusi zat berbahaya (Mitchell, 2008). Kalsium hidroksida memiliki pH bervariasi antara 11 sampai 12, sedangkan waktu settingnya antara 2-7 menit dengan material tipe *hard setting* lebih diminati (Craig *et al*, 2004).

Kalsium hidroksida pertama kali digunakan dalam bentuk bubuk yang dicampur bersama air. Cara tersebut kemudian diubah menjadi pasta metil selulosa sehingga mudah untuk diaplikasikan. Pada awal tahun 1960 kalsium hidroksida tipe *hard setting* mulai dikenalkan. Bahan tersebut ada yang memiliki dua sistem pasta atau satu sistem pasta yang terdiri dari kalsium hidroksida yang berisi dimethakrilat dengan polimerisasi menggunakan penyinaran. Kalsium hidroksida versi *non setting* mempunyai kekurangan secara bertahap akan larut dan menghilang dari bawah restorasi yang dapat merusak fungsi restorasi, sedangkan tipe *hard setting* umumnya lebih disukai karena sifatnya yang kurang larut (van Noort, 2007).

Cara manipulasi bahan menurut Gladwin dan Bagby (2009):

- a. Mencampurkan secara menyeluruh base dan katalis pada *paper pad* menggunakan spatula agat sampai warnanya merata
- b. Pencampuran harus sudah selesai selama 10 detik
- c. Pengaplikasian campuran bahan ke dasar kavitas menggunakan tip *ball instrument/ ball applicator*. Hindari pengaplikasian bahan pada dinding dan margin kavitas, serta hindari pengaplikasian yang berlebihan
- d. Waktu setting campuran kalsium hidroksida pada *paper pad* dengan suhu ruangan antara 2-3 menit
- e. Waktu setting ketika di dalam rongga mulut pada perawatan kaping pulpa akan berkurang karena kelembaban dari dentin



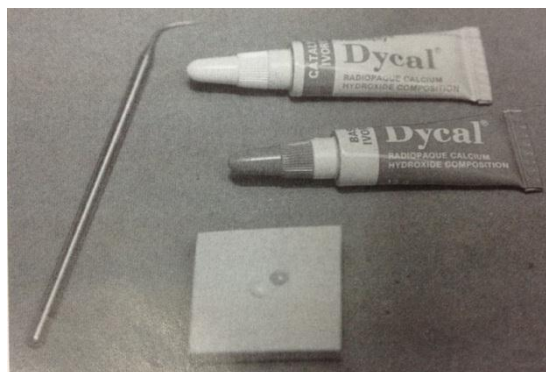
Gambar 1. Manipulasi bahan (Gladwin dan Bagby, 2009)

Studi bakteriologi menunjukkan penurunan jumlah bakteri setelah empat minggu pengaplikasian kalsium hidroksida. Mekanisme kerja kalsium hidroksida tidak dapat diketahui secara pasti, namun efek bakteriostatik, bakterisidal, dan sifat alkali berperan dalam penghentian proses karies. Studi tersebut menyatakan bahwa tingkat kesuksesan perawatan kaping pulpa indirek ketika menggunakan kalsium hidroksida adalah sebesar 94,4% (Chandra *et al*, 2000). Ph yang tinggi dari kalsium hidroksida dan sifat antibakteri yang dimiliki dipercaya bertanggungjawab terhadap respon pulpa (Sherwood, 2010). Material kalsium hidroksida dianggap dapat menstimuli diferensiasi sel-sel odontoblas baru yang akan membentuk dentin tersier (Walton dan Torabinejad, 2008). Dentin tersier akan terbentuk lebih dari 60 hari setelah pengaplikasian bahan kaping. Pembentukan dentin tersier pada minggu keempat menghasilkan dentin tipis yang bersifat porous, namun pembentukannya masih terus berlanjut (Hargreaves dan Goodis, 2002).

Kalsium hidroksida sistem dua pasta terdiri dari base dan katalis. Komposisi katalis berupa *calcium hydroxide* (50%) dan *zinc oxide* (10%) yang berfungsi sebagai bahan aktif utama, *zinc streate* (0,5%) sebagai aselerator, dan *ethyl toluene sulphonamide* (39,5%) berfungsi sebagai pembawa senyawa minyak. Base kalsium hidroksida terdiri dari *glycol salicylate* (40%) sebagai bahan aktif utama, *titanium dioxide*, *calcium sulphate*, dan *calcium tungstate* sebagai inert filler, pemberi warna (pigment), dan pemberi efek radiopak (McCabe dan Walls, 2008). Kalsium hidroksida memiliki nama dagang *Dycal*, *Life*, *Core*, *Clacidor* (tipe *self cure*) dan *Prisma VLC Dycal* (tipe *light cure*) (Chandra *et al*, 2000).



Gambar 2. Dycal Ivory (Mitchell, 2008)



Gambar 3. Dycal (Gladwin dan Bagby, 2009)

6. Evaluasi Keberhasilan Klinis

Evaluasi klinis adalah metode yang paling praktis digunakan pada perawatan endodontik. Data evaluasi klinis didapat dari hasil pemeriksaan subjektif dan pemeriksaan objektif baik ekstra oral maupun intra oral. Evaluasi klinis dilakukan dengan pemberian kriteria skor kesembuhan pada suatu kasus sebagai: buruk, kurang, cukup dan baik (Rukmo, 2011).

Dasar penilaian ini adalah menghilangnya gejala klinik suatu peradangan seperti tumor, rubor, color, dolor pada proses kesembuhan. Suatu kasus dikatakan sembuh:

- a. Baik : bila anamnesis dan hasil pemeriksaan obyektif tidak menunjukkan keluhan dan gejala.
- b. Cukup : bila pada anamnesis tidak didapatkan keluhan, namun pada pemeriksaan perkusi menunjukkan adanya kepekaan.
- c. Kurang : bila pada anamnesis tidak didapatkan keluhan spontan, tetapi pada pemeriksaan obyektif (perkusi dan palpasi) menunjukkan adanya gejala kepekaan.
- d. Buruk : bila pada anamnesis dan pemeriksaan obyektif terdapat keluhan dan gejala (Rukmo, 2011).

Pemeriksaan obyektif menurut Hargreaves dan Cohen (2011):

- a. Perkusi

Merujuk pada keluhan utama pasien dapat menunjukkan pentingnya tes perkusi pada suatu kasus. Sebelum melakukan tes perkusi pada gigi, klinisi harus menyampaikan apa saja yang akan terjadi selama

pemeriksaan karena adanya gejala akut dapat membuat kecemasan dan mungkin mengubah respon pasien, sehingga mempersiapkan pasien secara benar akan memberikan hasil yang lebih akurat. Gigi yang berada pada kontralateral dan beberapa gigi yang berdekatan yang dapat memberikan respon secara normal dilakukan tes perkusi terlebih dahulu sebagai kontrol. Tes perkusi menggunakan ujung tumpul dari suatu instrumen seperti ujung pegangan kaca mulut. Rasa nyeri pada saat perkusi bukan merupakan suatu indikasi bahwa gigi tersebut vital atau non vital, tetapi lebih merupakan indikasi adanya peradangan pada ligamen periodontal. Biasanya pasien juga akan mengalami sensitivitas akut atau nyeri pada saat pengunyahan yang merupakan respon dari gigi individual.

b. Palpasi

Pada pemeriksaan jaringan lunak, jaringan keras alveolar juga harus teraba. Penekanan pada jaringan digunakan untuk mendeteksi adanya pembengkakan jaringan lunak atau tidak, kemudian dicatat dan dibandingkan dengan jaringan yang ada didekatnya atau jaringan yang berada pada kontralateral. Selain melihat adanya temuan objektif pada saat palpasi, klinisi juga harus mempertanyakan kepada pasien tentang area mana saja yang terasa sangat sensitif selama pemeriksaan.

c. Tes vitalitas pulpa

Tes vitalitas pulpa dilakukan untuk melihat respon dari neuron sensorik pulpa. Tes dapat dilakukan dengan memberikan stimulasi termal

atau stimulasi elektrik pada gigi. Tes vitalitas pulpa menggunakan rangsang panas digunakan untuk pasien yang mengeluhkan rasa nyeri yang sering terjadi ketika gigi berkontak dengan minuman panas atau makanan. Tes vitalitas pulpa dengan menggunakan rangsang dingin merupakan metode yang sering digunakan di klinik pada saat ini. Bahan yang digunakan yaitu *carbon dioxide* (CO₂) beku atau yang dikenal sebagai *dry ice* atau *carbon dioxide snow*. Gigi akan merespon secara positif jika gigi tersebut masih vital. Hasil pemeriksaan ditemukan bahwa *cold test* memiliki tingkat akurasi 86%, *electric pulp test* 81%, dan *heat test* 71%.

Kriteria klinis dan radiografis yang digunakan untuk menentukan keberhasilan perawatan kaping pulpa indirek (Franzon *et al*, 2007)

- 1) Tidak ada nyeri spontan dan atau sensitivitas pada gigi
- 2) Tidak ada fistula, edema, dan atau pergerakan gigi yang abnormal
- 3) Tidak ada area radiolusen pada area periapikal yang ditentukan dengan radiograf periapikal
- 4) Tidak ada resorpsi akar interna/eksterna

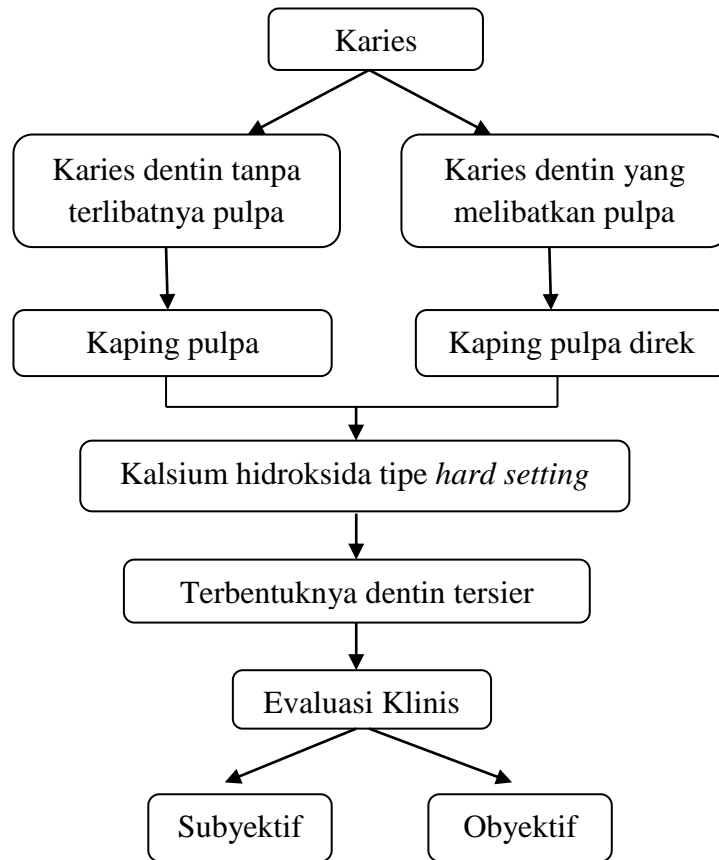
B. Landasan Teori

Karies merupakan suatu masalah kesehatan gigi yang sering dijumpai di masyarakat dengan prevalensi yang sangat tinggi (85-99%). Ada beberapa perawatan yang dapat dilakukan sebelum karies meluas dan semakin dalam pada gigi, salah satunya adalah kaping pulpa indirek. Kaping pulpa indirek diindikasikan untuk gigi dengan karies yang dalam namun pulpa belum

terbuka, sehingga diharapkan pulpa tidak terbuka selama prosedur perawatan ini. Tujuan kaping pulpa indirek adalah untuk mempertahankan vitalitas pulpa, mencegah terbukanya pulpa, menghilangkan dentin terinfeksi, membentuk dentin reparatif atau dentin tersier, memelihara ruang untuk erupsi gigi permanen, dan memelihara fungsi gigi desidui.

Salah satu bahan yang digunakan untuk kaping pulpa indirek adalah kalsium hidroksida tipe *hard setting*. Bahan tersebut memiliki sifat fisik yang lebih baik dan sifat antibakteri yang bagus sehingga dapat meminimalkan atau menghilangkan bakteri yang berpenetrasi ke pulpa. Secara klinis evaluasi keberhasilan perawatan dapat dilihat melalui pemeriksaan subyektif dan pemeriksaan obyektif dengan cara perkusi, palpasi, sondasi, dan tes vitalitas gigi menggunakan CE terhadap gigi yang dirawat.

C. Kerangka Konsep



Gambar 4. Kerangka Konsep