

**PERANAN PERBANDINGAN PASTA KALSIUM HIDROKSIDA, PASTA
CAMPURAN KATEKIN TEH HIJAU DAN KALSIUM HIDROKSIDA,
DAN PASTA KATEKIN TEH HIJAU DALAM PEMBENTUKAN DENTIN
REPARATIF PADA *PULPITIS REVERSIBLE (IN VIVO)***

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat

Mencapai Gelar Sarjana Kedokteran Gigi



DISUSUN OLEH:

ANDI THATIA REZKY PAJALLANGI

J011 19 1125

DEPARTEMEN ILMU KEDOKTERAN GIGI ANAK

FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI

UNIVERSITAS HASANUDDIN

2023

**PERANAN PERBANDINGAN PASTA KALSIUM HIDROKSIDA, PASTA
CAMPURAN KATEKIN TEH HIJAU DAN KALSIUM HIDROKSIDA,
DAN PASTA KATEKIN TEH HIJAU DALAM PEMBENTUKAN DENTIN
REPARATIF PADA *PULPITIS REVERSIBLE (IN VIVO)***

SKRIPSI

Diajukan Kepada Universitas Hasanuddin

Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat

Mencapai Gelar Sarjana Kedokteran Gigi

ANDI THATIA REZKY PAJALLANGI

J011 19 1125

DEPARTEMEN KEDOKTERAN GIGI ANAK

FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI

UNIVERSITAS HASANUDDIN

2023

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Peranan Perbandingan Pasta Kalsium Hidroksida, Pasta Campuran Katekin Teh Hijau dan Kalsium Hidroksida, dan Pasta Katekin Teh Hijau dalam Pembentukan Dentin Reparatif pada *Pulpitis Reversible (In Vivo)*

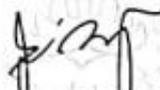
Oleh : Andi Thatia Rezky Pajallangi / J011191125

Telah Diperiksa dan Disahkan

Pada Tanggal: 24 Januari 2023

Oleh:

Pembimbing



Prof. Dr. drg. Fajriani, M.Si

NIP. 19691130 199903 2 001

Mengetahui,

← Dekan Fakultas Kedokteran Gigi



Prof. Dr. Edy Machmud, drg., Sp. Pros(K)

NIP. 196311041994011001

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa yang tercantum di bawah ini:

Nama : Andi Thatia Rezky Pajallangi
NIM : J011191125
Judul : Peranan Perbandingan Pasta Kalsium Hidroksida, Pasta Campuran Katekin Teh Hijau dan Kalsium Hidroksida, dan Pasta Katekin Teh Hijau dalam Pembentukan Dentin Reparatif pada *Pulpitis Reversible (In Vivo)*

Menyatakan bahwa judul skripsi yang diajukan adalah judul yang baru dan tidak terdapat di Perpustakaan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin

Makassar, 24 Januari 2023

Koordinator Perpustakaan FKG Unhas



Amiruddin, S. Sos
NIP. 19661121 199201 1 003

PERNYATAAN

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Andi Thatia Rezky Pajallangi

NIM : J011191125

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “Peranan Perbandingan Pasta Kalsium Hidroksida, Pasta Campuran Katekin Teh Hijau dan Kalsium Hidroksida, dan Pasta Katekin Teh Hijau dalam Pembentukan Dentin Reparatif pada *Pulpitis Reversible (In Vivo)*” adalah benar merupakan karya sendiri dan tidak melakukan tindakan plagiat dalam penyusunannya. Adapun kutipan yang ada dalam penyusunan karya ini telah saya cantumkan sumber kutipannya dalam skripsi. Saya bersedia melakukan proses yang semestinya sesuai dengan peraturan perundangan yang berlaku jika ternyata skripsi ini sebagian atau keseluruhan merupakan plagiat dari orang lain.

Demikian pernyataan ini dibuat untuk dipergunakan seperlunya

Makassar, 24 Januari 2023



Andi Thatia Rezky Pajallangi

J011191125

KATA PENGANTAR



Segala puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala berkat rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan dan penyusunan skripsi dengan judul **“Peranan Perbandingan Pasta Kalsium Hidroksida, Pasta Campuran Katekin Teh Hijau dan Kalsium Hidroksida, dan Pasta Katekin Teh Hijau dalam Pembentukan Dentin Reparatif pada *Pulpitis Reversible (In Vivo)*”** Penulisan skripsi ini bertujuan sebagai salah satu syarat penyelesaian studi dalam mencapai gelar sarjana kedokteran gigi pada Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin. Salawat dan salam juga penulis haturkan kepada junjungan nabi besar Rasulullah Muhammad SAW sebagai teladan yang membawa manusia dari jalan yang gelap menuju jalan yang terang benderang.

Penulis menyadari, bahwa penyusunan skripsi ini tidak lepas dari dukungan, doa, dan bimbingan dari banyak pihak. Pada kesempatan ini, penulis pertama-tama ingin mengucapkan terima kasih serta penghormatan dan penghargaan kepada kedua orang tua penulis yakni Ayahanda **Muh. Taha** dan Ibunda **Andi Martina Purmasari** karena doa dan restunya sehingga rahmat Allah tercurah, serta atas kasih sayang dan kesabarannya dalam memberikan dukungan baik materil maupun moril sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.

Penulis juga mengucapkan banyak terima kasih dan penghargaan yang sebesar- besarnya kepada:

1. **Prof. Dr. Edy Machmud, drg., Sp.Pros(K)**, selaku dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin
2. **Prof. Dr. drg. Rasmidar Samad, M.S** selaku penasehat akademik atas bimbingan dan motivasi yang diberikan selama perkuliahan.
3. **Prof. Dr. drg. Fajriani, M.Si**, selaku dosen pembimbing yang telah banyak meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, arahan, motivasi, serta ilmu yang sangat bermanfaat untuk penulis hingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
4. **Seluruh staf dosen** yang telah memberikan ilmu yang dimikinya selama jenjang perkuliahan di FKG Unhas.
5. **Staf akademik, staf tata usaha, staf perpustakaan, dan karyawan FKG Unhas** yang telah banyak membantu penulis selama jenjang perkuliahan.
6. **Ahmad Mudzakkir**, yang selalu mendukung, menyemangati, menasehati, menemani, membantu serta senantiasa mendengarkan keluh kesah penulis selama proses pembuatan skripsi ini dan juga selama proses perkuliahan. Terima kasih telah menjadi bagian dari perjalanan saya hingga saat ini.
7. Teman seperjuangan skripsi dari Departemen Ilmu Kedokteran Gigi Anak, **Dzakirah Ezra Griselda Khair** yang senantiasa memberi semangat dan masukan-masukan dalam penyusunan skripsi penelitian ini.
8. Untuk sahabat sejahwat dan seperjuangan "**Amigos**" **ain, atti, astri, asra**, serta **balqis, aul, remus** yang selalu mendengarkan keluh kesah penulis,

memberikan semangat dan membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

9. Untuk teman sejahwat dan seperjuangan, **wisnu, dilaks, finka, rani, haryadi, rafi** yang telah menjadi teman diskusi skripsi, yang selalu memberi masukan mengenai penulisan skripsi ini.
10. Untuk sahabat penulis "**Berdelapan**" **aining, ainun, lulu, nunu, pede, safa** yang senantiasa menemani dan menunggu waktu renggang penulis untuk dapat bertemu, dan telah menyaksikan perjuangan penulis dalam pengerjaan skripsi ini, terima kasih telah mendukung dan menyemangati penulis selama masa perkuliahan.
11. Untuk sahabat penulis **dita, rizka, zahra** yang telah meluangkan banyak waktu, menemani, menghibur dan memberi semangat dalam membantu penyusun dan menyelesaikan skripsi ini.
12. Untuk sahabat penulis **acca, ripkah, dilla, pira, hasmi** yang telah menemani, menghibur dan memberi semangat dalam membantu penyusun dan menyelesaikan skripsi ini.
13. Keluarga besar **ALVEOLAR 2019** yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, terimakasih atas segala dukungan dan semangat selama masa perkuliahan.
14. Kepada pihak lainnya yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Semoga semua bantuan dan dukungan yang telah diberikan dapat bernilai ibadah dan diberikan balasan yang lebih oleh Allah swt.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, karena kesempurnaan hanya milik Allah semata. Oleh karena itu, penulis memohon maaf bila ada kesalahan dalam penulisan skripsi ini. Kritik dan saran kami hargai demi penyempurnaan penulisan serupa dimasa yang akan datang. Besar harapan penulis, semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan dapat bernilai positif bagi semua pihak yang membutuhkan.

Makassar, 24 Januari 2023

Penulis

PERANAN PERBANDINGAN PASTA KALSIUM HIDROKSIDA, PASTA CAMPURAN KATEKIN TEH HIJAU DAN KALSIUM HIDROKSIDA, DAN PASTA KATEKIN TEH HIJAU DALAM PEMBENTUKAN DENTIN REPARATIF PADA *PULPITIS REVERSIBLE (IN VIVO)*

Andi Thatia Rezky Pajallangi¹, Fajriani²

¹Mahasiswa SI Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin

²Dosen Departemen Ilmu Kedokteran Gigi Anak Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin

ABSTRAK

Latar Belakang: *Pulpitis Reversible* adalah penyakit pulpa yang dapat berubah menjadi pulpa normal kembali apabila stimulus iritan dihilangkan. Penghapusan iritan adalah perawatan yang cocok pada *Pulpitis Reversible*. Perawatan tersebut dapat berupa pembuangan enamel dan dentin yang terinfeksi, lalu dilakukan perawatan *Pulp Capping*. Kalsium hidroksida (Ca(OH)₂) telah menjadi ‘gold standard’ material *capping*. Namun, beberapa penelitian telah menunjukkan beberapa kekurangan di dalamnya tidak beradaptasi begitu baik dengan dentin, yang berdampak pada pembentukan dentin reparatif. Penelitian yang pernah dilakukan terdahulu ditemukan tanaman herbal yang memiliki potensi besar sebagai obat pencegah penyakit gigi dan mulut, yaitu teh hijau. Teh hijau mengandung polifenol dengan senyawa katekin. Peran aktivitas anti bakteri katekin teh hijau sangat penting dalam penyembuhan luka. **Tujuan:** untuk mengombinasikan bahan sintetis dan bahan alami tersebut dan meneliti efektifitas serta perbandingan dari bahan pasta yang dibuat terhadap pembentukan dentin reparatif. **Metode:** Penelitian eksperimental laboratorium dengan desain *post-test only control group design*. Sampel merupakan gigi molar tikus yang di preparasi kelas I, lalu dibagi menjadi tiga kelompok pengaplikasian yaitu pasta kalsium hidroksida, pasta campuran katekin dan kalsium hidroksida, dan pasta katekin teh hijau selama 7, 14, dan 30 hari. Sampel direstorasi dengan RM-GIC. Sampel diuji respon inflamasinya dan pembentukan dentin reparatif nya menggunakan uji histopatologi dengan mikroskop cahaya. **Hasil:** Pasta Kalsium Hidroksida, Pasta Campuran Katekin Teh Hijau dan Kalsium Hidroksida, dan Pasta Katekin Teh Hijau efektif dalam meningkatkan pembentukan dentin reparatif namun tidak signifikan **Kesimpulan:** Pasta Kalsium Hidroksida, Pasta Campuran Katekin Teh Hijau dan Kalsium Hidroksida, dan Pasta Katekin Teh Hijau dapat merangsang pembentukan dentin reparatif

Kata Kunci: Katekin Teh Hijau, Pembentukan Dentin Reparatif, Mikroskop Cahaya

COMPARISON ROLE OF CALCIUM HYDROXIDE PASTE, MIXED GREEN TEA CATECHIN AND CALCIUM HYDROXIDE PASTE, AND GREEN TEA CATECHIN PASTE IN FORMATION OF REPARATIVE DENTIN IN REVERSIBLE PULPITIS (*IN VIVO*)

Andi Thatia Rezky Pajallangi¹, Fajriani²

¹Undergraduate Student, Faculty of Dentistry, Hasanuddin University

²Lecturer at Departement of Pediatric Dentistry, Faculty of Dentistry, Hasanuddin University

ABSTRACT

Background: Reversible pulpitis is a pulp disease that can turn into a normal pulp again when the irritant stimulus is removed. Removal of the irritant is a suitable treatment in reversible pulpitis. The treatment can be in the form of removing infected enamel and dentin, then performing a *Pulp Capping* treatment. Calcium hydroxide (Ca(OH)₂) has become the 'gold standard' capping material. However, several studies have shown some deficiencies in them not adapting so well to dentin, that impacting reparative dentin formation. Previous research has found herbal plants that have great potential as a medicine to prevent dental and oral diseases, namely green tea. Green tea contains polyphenols with catechin compounds. The role of anti-bacterial activity of green tea catechins is very important in wound healing. **Objective:** to combine these synthetic and natural materials and to investigate the effectiveness and comparison of the prepared paste on the formation of reparative dentin. **Methods:** Laboratory experimental research with post-test only control group design. The samples were rat molar teeth prepared in class I, then divided into three application groups, namely calcium hydroxide paste, mixed catechin and calcium hydroxide paste, and green tea catechin paste for 7, 14, and 30 days. Samples were restored with RM-GIC. Samples were tested for inflammatory response and reparative dentin formation using histopathological tests with light microscopy. **Results:** Calcium Hydroxide Paste, Mixed Green Tea Catechin and Calcium Hydroxide Paste, and Green Tea Catechin Paste were effective in increasing reparative dentine formation but not significantly. **Conclusion:** Calcium Hydroxide Paste, Mixed Green Tea Catechin and Calcium Hydroxide Paste, and Green Tea Catechin Paste can stimulate reparative dentin formation.

Keywords: Green Tea Catechin, Reparative Dentin Formation, Light Microscopy

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN.....	iii
PERNYATAAN.....	iv
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	x
ABSTRACT	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Dentin.....	7
2.2 Pulpa	8
2.2.1 Sel utama pulpa	9
2.3 <i>Dentine-Pulp Complex</i>	10
2.4 <i>Pulpitis Reversible</i>	12
2.5 <i>Pulp Capping</i>	13
2.5.1 <i>Pulp Capping Direct</i>	13
2.6 Kalsium Hidroksida (Ca(OH) ₂)	15

2.7	Teh Hijau	18
2.8	Pembentukan Dentin Reparatif	22
BAB III KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS PENELITIAN.....		25
3.1	Kerangka Konsep.....	25
3.2	Hipotesis Penelitian	26
BAB IV METODE PENELITIAN		27
4.1	Jenis Penelitian.....	27
4.2	Rancangan Penelitian.....	27
4.3	Tempat dan Waktu Penelitian.....	27
4.4	Populasi, Sampel, dan Besar Sampel Peneltian.....	27
4.4.1	Populasi	27
4.4.2	Sampel.....	27
4.4.3	Besar Sampel.....	28
4.4.4	Perhitungan besar sampel.....	28
4.5	Variabel Penelitian.....	29
4.5.1	Variabel Independen	29
4.5.2	Variabel Dependen.....	29
4.6	Definisi Operasional Variabel.....	29
4.6.1	Bahan <i>Pulp Capping</i> Kalsium Hidroksida (Ca(OH) ₂)	29
4.6.2	Bahan <i>Pulp Capping</i> Pasta Katekin Teh Hijau +Ca(OH) ₂	29
4.6.3	Bahan <i>Pulp Capping</i> Katekin Teh hijau	30
4.6.4	Pembentukan Dentin Reparatif	30
4.7	Alat dan Bahan Penelitian.....	30
4.7.1	Alat.....	30
4.7.2	Bahan.....	30

4.8	Prosedur Penelitian	31
4.8.1	Persiapan Hewan Coba.....	31
4.8.2	Perlakuan Gigi Hewan Coba	31
4.8.3	Pengamatan Sediaan Histopatologi.....	32
4.8.4	Kriteria Penilaian Sampel.....	33
4.8.5	Analisis data	34
4.9	Etika Penelitian	34
4.10	Alur Penelitian	35
BAB V HASIL PENELITIAN.....		36
5.1	Pengamatan reaksi pulpa tikus pada hari ke 7, 14, dan 30	36
5.1.1	Pengamatan reaksi sel inflamasi pada pulpa tikus pada hari 7	36
5.1.2	Uji hasil respon inflamasi.....	37
5.1.3	Pengamatan reaksi pembentukan dentin reparatif pulpa tikus pada hari ke-14 dan 30	38
5.1.4	Uji reaksi pembentukan dentin reparatif jaringan pulpa.....	39
5.2	Analisis hasil penelitian	41
5.2.1	Uji Normalitas dan Homogenitas.....	41
5.2.2	Uji <i>Kruskall-Wallis</i>	41
5.2.3	Uji <i>Kruskall-Wallis</i>	42
BAB VI PEMBAHASAN.....		44
BAB VII PENUTUP		49
7.1	Kesimpulan	49
7.2	Saran	49
DAFTAR PUSTAKA		51

DAFTAR TABEL

Tabel 5.1 Tabel Pengamatan Respon Inflamasi	38
Tabel 5.2 Tabel Pengamatan Pembentukan Dentin Reparatif	41
Tabel 5.3 Uji Normalitas dan Homogenitas	42
Tabel 5.4 Tabel Hasil Uji <i>Kruskal-Wallis</i>	42
Tabel 5.5 Tabel Hasil Uji <i>Kruskal-Wallis</i>	43
Tabel 5.6 Tabel Hasil Uji <i>Kruskal-Wallis</i>	43
Tabel 5.7 Tabel Hasil Uji <i>Kruskal-Wallis</i>	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Ruang Pulpa.....	1
Gambar 2.1 Dentin Sekunder	7
Gambar 2.2 Dentin Tersier	8
Gambar 2.3 Dentin Sklerotik.....	8
Gambar 2.4 Sel Pulpa	10
Gambar 2.5 <i>Pulpitis Reversible</i>	13
Gambar 2.6 <i>Pulp Capping Direct</i>	14
Gambar 2.7 Tunnel Defect	17
Gambar 2.8 Kalsium Hidroksida sediaan Powder	18
Gambar 2.9 Teh Hijau (<i>Camellia sinensis</i> , <i>Theaceae</i>).....	18
Gambar 2.10 Struktur Senyawa Polifenol Teh Hijau	20
Gambar 2.11 Dentin Reparatif.....	22
Gambar 5.1	38
Gambar 5.2	40

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pulpa gigi merupakan jaringan ikat yang terdiri dari saraf, pembuluh darah, cairan interstitial, odontoblas, fibroblast, dan komponen seluler lainnya. Pulpa terletak diantara jaringan keras yang ter mineralisasi yaitu oleh lapisan email dan dentin.¹ Pulpa dibagi menjadi dua bagian: ruang pulpa, yang biasanya digambarkan sebagai bagian di dalam mahkota, dan saluran pulpa atau saluran akar, yang terletak di dalam batas-batas akar. Ruang pulpa adalah rongga tunggal, yang ukurannya bervariasi sesuai dengan garis besar mahkota dan struktur akar. Pada gigi sulung, garis besar kamar pulpa menyerupai bentuk bagian luar dentin. Dengan bertambahnya usia, tubulus dentin dan ruang pulpa berkurang ukurannya dengan meletakkan dentin intratubular, dentin sekunder dan dentin tersier, terutama di daerah di mana telah terjadi karies, keausan gigi dan paparan terhadap perawatan operatif. Ruang pulpa kemudian dapat menjadi tidak teratur secara garis besar. Dengan bertambahnya usia, ada juga penurunan bertahap dalam volume ruang pulpa, jumlah saraf, pembuluh darah dan sel-sel di dalamnya, tetapi ada juga peningkatan komponen berserat dan mineral.²



Gambar 1.1 a. Ruang pulpa gigi sulung b. Ruang pulpa gigi permanen

Odontoblas melapisi antarmuka antara dentin dan pulpa membentuk jaringan yang saling berhubungan, sering dikenal sebagai kompleks dentin-pulpa, yang biasanya dilindungi dari iritasi oleh lapisan email yang utuh. Ketika email rusak, pulpa berisiko. Pada pasien muda, tubulus dentin lebih lebar dan pulpa lebih dekat ke permukaan, sehingga kerusakan email dengan ukuran yang sama akan memiliki efek yang lebih besar pada pulpa dibandingkan pada pasien yang lebih tua. Iritasi pada ekstremitas distal tubulus merangsang inflamasi pulpa yang mungkin tidak disertai dengan rasa sakit tanpa disadari, dan pembentukan dentin tersier dan sklerosis tubulus; jaringan keras ini bertujuan untuk menahan iritasi dari pulpa, yang kemudian akan menjadi kurang meradang. Ada dua jenis pembentukan dentin tersier, yang meliputi dentin reaksioner, yang dibentuk oleh odontoblas yang ada sebagai respons terhadap iritasi ringan, dan dentin reparatif, yang dibentuk oleh sel-sel mirip odontoblas yang baru direkrut dan terdiferensiasi sebagai respons terhadap iritasi parah setelah kematian odontoblas asli.^{2,3}

Pulpitis Reversible adalah penyakit pulpa yang dapat berubah menjadi pulpa normal kembali apabila stimulus iritan dihilangkan.⁴ *Pulpitis Reversible* ditandai dengan nyeri tajam yang berlangsung sesaat, lebih sering disebabkan oleh dingin daripada makanan atau minuman panas dan oleh udara dingin, tidak terjadi secara spontan dan tidak berlanjut bila penyebabnya telah dihilangkan.⁵

Penghapusan iritan adalah perawatan yang cocok pada *Pulpitis Reversible*. Mengisolasi dentin yang terbuka menyebabkan gejala menjadi berkurang (jika ada) yang menyebabkan pembalikan proses inflamasi pada jaringan pulpa.⁶

Perawatan tersebut dapat berupa pembuangan enamel dan dentin yang terinfeksi, lalu dilakukan perawatan *Pulp Capping*.^{7,8} *Pulp Capping*, menurut glosarium AAE, ialah “perawatan pulpa vital yang terbuka dengan menutup permukaan dengan bahan gigi untuk memfasilitasi pembentukan dentin reparatif dan dapat memelihara vitalitas pulpa”.⁹ Terapi pulpa vital untuk gigi sulung dan permanen muda ini diklasifikasikan ke dalam dua kategori yaitu *Pulp Capping Indirect* dan *Pulp Capping Direct*.¹⁰ *Pulp Capping Indirect* adalah prosedur penempatan bahan pada dinding tipis dari dentin karies yang tersisa, yang jika dihilangkan, ada risiko pulpa terekspos. *Pulp Capping Direct* ialah meliputi penempatan bahan langsung pada pulpa vital yang terbuka secara mekanis atau traumatis.¹¹

Jaringan pulpa yang rusak dan terpapar dapat dirawat dengan cara, pertama-tama iritan dihilangkan. Ketika iritan dihilangkan, pulpa memiliki kapasitas dan berpotensi untuk menaikkan aktivitas odontoblastik (dentinogenesis tersier reaksioner) atau perekrutan sel progenitor, yang dapat terdiferensiasi menjadi sel mirip odontoblas (dentinogenesis tersier reparatif). Lalu setelah itu dilakukan pengaplikasian langsung dari bahan material yang sesuai dan akan diamati pembentukan *dentinal bridge* pada gigi.^{12, 13}

Bahan *capping* idealnya harus memiliki tiga karakteristik; yaitu (a) dapat membuat *seal* kavitas gigi untuk melindungi pulpa dalam beberapa minggu pertama sebagai awal terbentuknya *dentinal bridge*; (b) bersifat biokompatibilitas dan non sitotoksik; dan (c) memiliki sifat bioaktif yang memicu proses biologis yang terlibat dalam pembentukan *dentinal bridge*.¹²

Kalsium hidroksida (Ca(OH)_2) telah menjadi 'gold standard' material *capping*. Walaupun mekanisme pasti dari Ca(OH)_2 masih belum jelas, secara biologis ia merangsang produksi jaringan yang termineralisasi, meskipun seringkali osteodentin dapat berporos. Ca(OH)_2 berhasil secara klinis.¹² Namun, beberapa penelitian telah menunjukkan beberapa kekurangan di dalamnya tidak beradaptasi begitu baik dengan dentin, tidak meningkatkan diferensiasi odontoblas yang konsisten, dan menunjukkan sifat sitotoksik dalam kultur sel, yang berdampak pada pembentukan dentin reparatif. Oleh karena hal ini, dibutuhkan bahan/agen biokompatibel, bioaktif yang secara cepat menginduksi pembentukan dentin reparatif yang memiliki kualitas baik yang diperlukan untuk meningkatkan tingkat keberhasilan *Pulp Capping*.¹⁴

Penelitian yang pernah dilakukan terdahulu ditemukan tanaman herbal yang memiliki potensi besar sebagai obat pencegah penyakit gigi dan mulut, yaitu teh hijau. Teh hijau dapat digunakan bagi kesehatan gigi dan mulut, biasanya dalam bentuk sediaan pasta gigi maupun obat kumur. Pada suatu penelitian dikatakan bahwa, pasta gigi katekin teh hijau telah berhasil dibuat dan terbukti efektif menghambat aktivitas bakteri *Streptococcus mutans* dan bakteri *Lactobacillus acidophilus* serta dalam sediaan lain, sebagai obat kumur dapat pula menghambat pembentukan plak serta mencegah karies gigi, penyakit periodontal, halitosis dan kanker mulut. Komponen bioaktif dari teh hijau mampu mempengaruhi proses terjadinya karies gigi dengan menghambat proliferasi, produksi asam, metabolisme, dan aktivitas enzim glukosiltransferase (GTF) dari *Streptococcus mutans* dan plak.¹⁵

Teh hijau mengandung polifenol dengan senyawa katekin. Polifenol merupakan zat anti bakteri yang terbukti mampu menjaga daya tahan tubuh dengan cara mefagositosis bakteri atau zat asing lain yang masuk ke dalam tubuh. ¹⁶ Peran aktivitas anti bakteri katekin teh hijau sangat penting dalam penyembuhan luka karena zat fenol dalam teh hijau memiliki kemampuan untuk medenaturasi protein bakteri, membentuk kompleks dengan dinding sel bakteri dan merusak membran sel bakteri. ¹⁷

Berdasarkan kekurangan dari bahan *Pulp Capping* sebelumnya serta adapun potensi yang ditemukan dari teh hijau sebagai bahan alami yang telah diuraikan, maka peneliti tertarik untuk mengombinasikan bahan sintetis dan bahan alami tersebut dan meneliti efektivitas serta perbandingan dari bahan pasta yang dibuat terhadap pembentukan dentin reparatif.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana perbedaan perbandingan Pasta Kalsium Hidroksida, Pasta Campuran Katekin Teh Hijau Dan Kalsium Hidroksida, Dan Pasta Katekin Teh Hijau sebagai bahan *Pulp Capping* pada gigi dengan *Pulpitis Reversible* dalam pembentukan dentin reparatif ?
2. Bagaimana efektifitas Pasta Kalsium Hidroksida, Pasta Campuran Katekin Teh Hijau Dan Kalsium Hidroksida, Dan Pasta Katekin Teh Hijau sebagai bahan *Pulp Capping* pada gigi dengan *Pulpitis Reversible* dalam pembentukan dentin reparatif?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui perbedaan perbandingan pasta kalsium hidroksida, pasta campuran katekin teh hijau dan kalsium hidroksida, dan pasta katekin teh hijau sebagai bahan *Pulp Capping* pada gigi dengan *Pulpitis Reversible* dalam pembentukan dentin reparatif
2. Untuk mengetahui efektifitas Pasta Kalsium Hidroksida, Pasta Campuran Katekin Teh Hijau Dan Kalsium Hidroksida, Dan Pasta Katekin Teh Hijau sebagai bahan *Pulp Capping* pada gigi dengan *Pulpitis Reversible* dalam pembentukan dentin reparatif melalui pemeriksaan histologi.

1.4 Manfaat Penelitian

Menambah wawasan dan ilmu pengetahuan dalam dunia kedokteran gigi mengenai penggunaan Pasta Campuran Katekin Teh Hijau Dan Kalsium Hidroksida sebagai bahan *Pulp Capping* pada gigi dengan *Pulpitis Reversible* dalam pembentukan dentin reparatif.

BAB II

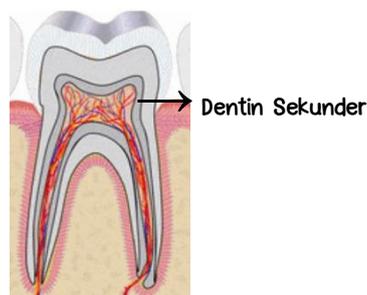
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Dentin

Dentin memberikan bentuk umum pada gigi. Tebal mahkota nya 2,0–2,5 mm dan tebal akar 1,0–1,5 mm; ditandai sebagai jaringan keras dengan tubulus di sepanjang ketebalan nya. Tubulus dentin bertindak sebagai saluran yang memimpin mikroba ke pulpa gigi. Di dalam tubulus terdapat prosesus sel-sel khusus yaitu odontoblas. Odontoblas, yang terletak di zona perifer pulpa yang berdekatan dengan pre-dentin bertanggung jawab atas vitalitas dentin.^{10,18} Di dentin, odontoblas dan pulpa berhubungan erat satu sama lain.¹⁹

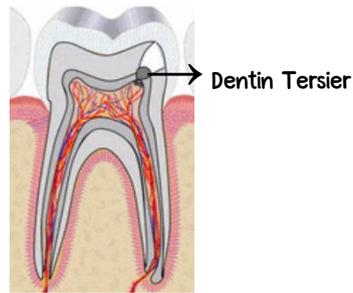
Setelah gigi erupsi dan terbentuk sempurna, dentin dapat mengalami sejumlah perubahan yang berhubungan dengan usia atau terjadi sebagai respons terhadap stimulus yang diberikan pada gigi, seperti karies atau atrisi. Macam-macam dentin ialah sebagai berikut:²⁰

1. Dentin sekunder, yang terbentuk setelah selesainya pembentukan akar



Gambar 2.1 Dentin Sekunder

2. Dentin tersier, terdiri dari dentin reaksioner dan dentin reparatif



Gambar 2.2 Dentin Tersier

3. Dentin sklerotik,, yang lebih termineralisasi tinggi daripada daerah dentin lainnya.



Gambar 2.3 Dentin Sklerotik

2.2 Pulpa

Pulpa adalah jaringan ikat yang mengandung komponen jaringan seperti substansi inter selular, cairan jaringan, sel- sel tertentu, limfatik, pembuluh darah, saraf, odontoblast, fibroblast, dan komponen seluler lainnya. Secara embriologis, jaringan pulpa terbentuk dari central cells-nya dental papilla yang membuat jaringan pulpa menyerupai jaringan dentin. Pulpa memiliki fungsi sebagai pelindung dikarenakan pulpa terlibat dalam proses pembentukan dentin sekunder dan dentin tersier yang menyebabkan semakin tebalnya penutup pulpa.²¹

Pembuluh darah pulpa memainkan peran penting dalam responnya terhadap iritasi. Ketika gigi pertama kali erupsi ke dalam rongga mulut, apex akar belum matang, dan ada banyak suplai darah ke pulpa. Akhirnya, apex menjadi matang,

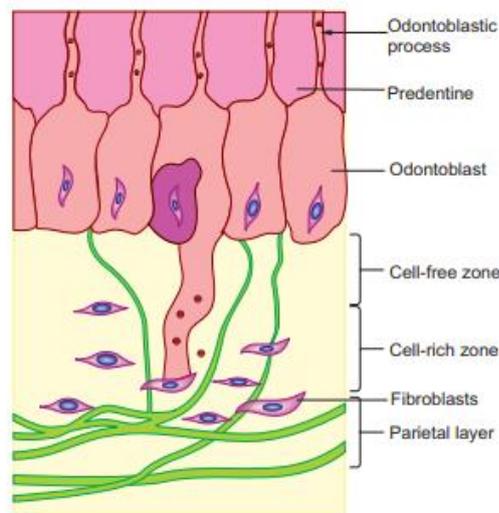
dan kemampuan pulpa untuk menahan iritasi eksternal, seperti dari trauma atau karies, berkurang. Namun, pulpa gigi sulung memiliki mekanisme untuk mengatasi peningkatan aliran darah selama inflamasi, seperti anastomosis arteriovenosa dan loop yang dapat bersirkulasi dan meningkatkan volume darah saat diperlukan.²²

2.2.1 Sel utama pulpa²³

1. Odontoblas: Badan sel odontoblas terletak di sisi pulpa dentin dan prosesus sitoplasmik yang masuk ke dalam tubulus dentin yang termineralisasi.
2. Fibroblas: Sel jaringan ikat paling banyak dengan kapasitas untuk mensintesis dan memelihara matriks jaringan ikat. Sintesis kolagen merupakan fungsi utama fibroblas di pulpa. Fibroblas juga bertanggung jawab untuk sintesis dan sekresi berbagai komponen matriks ekstraseluler non-kolagen seperti proteoglikan dan glikoprotein (fibronektin). Selain aktivitas sintetik, fibroblas juga terlibat dalam degradasi matriks ekstraseluler. Fibroblas mampu mefagositosis fibril kolagen dan mencernanya secara intraseluler oleh enzim lisosom.
3. Sel mesenkim yang tidak terdiferensiasi: Sel didistribusikan ke seluruh zona kaya sel yang menempati area perivaskular. Sel-sel ini muncul sebagai sel berbentuk bintang dengan rasio inti terhadap sitoplasma yang relatif tinggi. Ketika dirangsang, mereka dapat menimbulkan fibroblas atau odontoblas sesuai kebutuhan (juga dikenal sebagai sel cadangan). Pada pulpa yang lebih tua, jumlah sel mesenkim yang tidak terdiferensiasi

dapat berkurang, yang mengurangi potensi regeneratif pulpa.

4. Sel imunokompeten: Kemampuan jaringan ikat untuk menghasilkan reaksi inflamasi dan imun lokal membuatnya menjadi peserta aktif dalam pertahanan inang. Kapasitas ini tergantung pada sel yang berkompeten imun, yang meliputi limfosit, makrofag, dan sel dendritik. Mereka meningkat jumlahnya selama peradangan dan mungkin berperan dalam proses perbaikan pulpa.



Gambar 2.4 Sel Pulpa

2.3 Dentine-Pulp Complex

Karies dentin berkembang dengan menyebar ke seluruh DEJ dan dengan cepat melibatkan lebih banyak tubulus dentin.¹⁰ Segera setelah DEJ tercapai, karies dapat menyebar di sepanjang DEJ sampai batas tertentu hingga ke dentin. DEJ diketahui memiliki kandungan organik yang lebih tinggi dan mineral lebih rendah dibandingkan email dan dentin. Oleh karena itu, kandungan air dan bahan organiknya yang lebih tinggi memungkinkan penyebaran lateral asam

karsinogenik dan membantu demineralisasi area DEJ.¹⁹ Demineralisasi dentin menyebabkan reaksi patomorfologis kompleks pulpa dentin sebagai respons terhadap serangan karies, yang mengakibatkan deposisi dentin peritubular, intratubular, dan reaktif di dalam tubulus dentin dan ruang pulpa.¹⁸

Setelah kavitas terbentuk, lubang di gigi dipenuhi mikroorganisme dan biofilm di dalamnya. Mereka menembus ke dalam jaringan, ketika mencapai dentin, selain melanjutkan produksi asam, mereka juga memulai aktivitas proteolitik. Hal ini menyebabkan kolagen yang terdemineralisasi sebagian di dentin menjadi terdegradasi. Saat kavitas dilihat, dentin karies memiliki karakteristik yang lunak, lengket, dan berwarna kekuningan/kecokelatan.²²

Dentin tersier/dentin reaktif/dentin reparatif adalah dentin yang terbentuk sebagai reaksi terhadap rangsangan seperti karies atau atrisi. Kualitas dan kuantitas dentin yang terbentuk bergantung pada intensitas rangsangan sebagai respons terhadap pembentukannya. Tubulus dentin yang terbentuk di sini biasanya jumlahnya lebih sedikit dan distribusinya tidak teratur dibandingkan dengan dentin normal.¹⁰

Pulpa gigi dan dentin di sekitarnya membentuk satu kesatuan, baik secara perkembangan maupun struktural. Pulpa dilapisi dengan lapisan sel yang sangat khusus, odontoblas. Sel-sel terpolarisasi pasca-mitosis ini mengeluarkan matriks kolagen, yang kemudian termineralisasi untuk membentuk dentin.²⁴

Pulpa memiliki kemampuan regenerasi yang unik. Jika pulpa terekspos, maka sel-sel imunokompeten pulpa akan memberikan respons inflamasi. Bakteri yang menginfeksi gigi mendapatkan akses ke pulpa, yang kemudian

menyebabkan inflamasi. Kemudian karies memproduksi asam yang secara tidak langsung berperan dalam mengurai matriks dentin dan membentuk dentin tersier.²¹ Invasi bakteri yang tidak terkendali menyebabkan inflamasi pulpa. Inflamasi pulpa, juga disebut “*pulpitis*”.¹⁰ Apabila tidak dilakukan perawatan, maka toksin bakteri dapat menyebabkan nekrosis pulpa apabila tetap dibiarkan.²¹

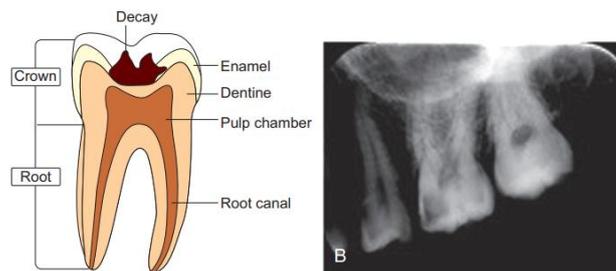
2.4 *Pulpitis Reversible*

Pulpitis Reversible adalah kondisi inflamasi pulpa ringan sampai sedang yang disebabkan oleh rangsangan berbahaya di mana pulpa mampu kembali ke keadaan tidak meradang setelah rangsangan dihilangkan.²¹ *Pulpitis Reversible* dapat disebabkan oleh agen apapun yang mampu melukai pulpa. Secara spesifik, penyebabnya mungkin salah satu dari berikut ini:²⁶

1. Trauma, karena pukulan atau dari hubungan oklusal yang terganggu
2. Kejutan termal, seperti karena mempersiapkan kavitas dengan bur tumpul atau bur kontak dengan gigi terlalu lama, atau karena panas berlebih selama pemolesan tambalan
3. Dehidrasi berlebihan pada kavitas atau iritasi dentin yang terbuka di leher gigi
4. Penempatan tambalan amalgam segar yang bersentuhan dengan, atau menutup, restorasi gips
5. Stimulus kimiawi, seperti dari manis atau bahan makanan asam atau dari iritasi isian; atau bakteri, seperti dari karies

Rasa sakit hanya dirasakan ketika suatu rangsangan (biasanya makanan dingin atau manis tetapi kadang-kadang panas) terkena gigi, dan rasa sakit itu

berhenti dalam beberapa detik atau segera setelah rangsangan dihilangkan. Rasa sakitnya pendek dan tajam tetapi tidak spontan. Tidak ada perubahan radiografi yang signifikan di daerah periapikal, dan satu-satunya temuan radiografis yang mungkin menjadi penyebab masalah, seperti karies, restorasi yang dalam, dll. Istilah "akut" dan "kronis" pada *Pulpitis Reversible* tidak digunakan sebagai istilah histologis tetapi didasarkan pada gejala klinis: yaitu, akut berarti nyeri dan kronis berarti tidak nyeri atau hanya ketidaknyamanan ringan.²⁷



Gambar 2.5 a. Gambaran klinis *Pulpitis Reversible* b. Gambaran radiografi *Pulpitis Reversible*

2.5 Pulp Capping

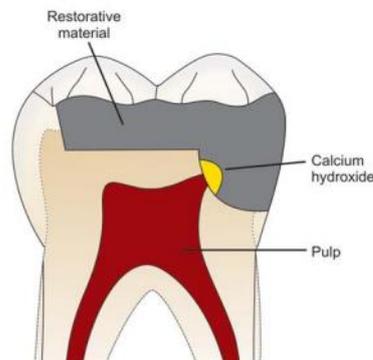
Pulp Capping adalah istilah yang diciptakan oleh AAPD yang merekomendasikan penempatan pelindung basis atau *liner* pada pulpa dan dinding aksial pada kavitas yang di preparasi sebagai pelindung antara bahan restorasi dan gigi. Perawatan pulpa untuk menjaga vitalitas pulpa dapat diklasifikasikan menjadi dua kategori yaitu, *Pulp Capping Direct* dan *Pulp Capping Indirect*.²⁸

2.5.1 Pulp Capping Direct

Pulp Capping Direct adalah perawatan pulpa vital yang terbuka dengan menutup luka pulpa dengan bahan gigi yang ditempatkan langsung pada paparan iatrogenik atau traumatis untuk memulai pembentukan dentin reparatif

dan pemeliharaan pulpa vital serta untuk menghindari atau memperlambat perawatan saluran akar.^{29,30} Perawatan ini bertujuan:^{31,32}

1. Untuk menutupi tubulus dentin
2. Untuk membangun perancah antara bahan restorasi dan pulpa
3. Mengontrol sensitivitas pasca operasi.
4. Untuk menjaga kesehatan dan vitalitas kompleks pulpa dan menginduksi sel pulpa untuk membentuk jaringan keras (dentin reparatif/tersier)
5. Untuk mengelola bakteri agar dapat menghentikan perkembangan karies residual



Gambar 2.6 *Pulp Capping Direct*

Pulp Capping Direct diindikasikan dalam kasus di mana pulpa terbuka secara tidak sengaja (berdiameter kurang dari 0,5 mm) terjadi pada lesi yang relatif non-karies. Pendarahan dari area tersebut harus dapat dikontrol dan tidak boleh ada riwayat nyeri (menunjukkan keterlibatan pulpa) pada gigi sebelum operasi. Prosedur dapat berhasil hanya jika area kerja aman dari kontaminasi saliva dengan menggunakan prosedur isolasi (seperti *rubber dam*). Adapun kontraindikasi dari *Pulp Capping Direct* ini ialah sebagai berikut:¹⁰

1. Riwayat nyeri spontan
2. Sensitivitas terhadap panas dan dingin, yang tidak hilang bahkan setelah stimulus dihilangkan, menunjukkan *pulpitis irreversible*
3. Perubahan warna gigi, menunjukkan nekrosis pulpa
4. Jika tes vitalitas negatif, yang menunjukkan pulpa non-vital
5. Jika radiografi menunjukkan bahwa lamina dura tidak normal atau jika ada bukti radiolusen periapikal
6. Pulpa terbuka atau eksudat serosa terlihat di area karies
7. Pendarahan hebat dari area yang terpapar

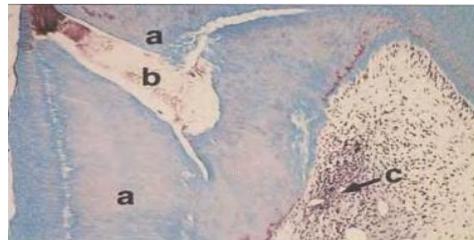
2.6 Kalsium Hidroksida (Ca(OH)₂)

Pada tahun 1920, kalsium hidroksida (Ca(OH)₂) diperkenalkan ke profesi kedokteran gigi dan tetap menjadi 'gold standard' bahan *Pulp Capping* langsung selama beberapa dekade.³³ Pengamatan klinis jangka panjang kalsium hidroksida tidak dapat dibandingkan dengan bahan bioaktif lainnya, sebagai laporan pertama dari penyembuhan pulpa yang sukses menggunakan Ca(OH)₂ diterbitkan antara tahun 1934 dan 1941.³⁴ Studi klinis awal termasuk lebih dari 2300 kasus *Pulp Capping* langsung menunjukkan tingkat keberhasilan 80% sampai 90%.³⁶ Ca(OH)₂ ini tersedia dalam berbagai bentuk, seperti dalam suspensi berair, semen, *liner*, atau *riser* yang diisi.³⁵ Ca(OH)₂ memiliki pH tinggi sekitar 12, yang memberikan sifat antibakteri, selain itu, pH tinggi ini menginduksi nekrosis dan mineralisasi langsung di bawah material. Lingkungan basa yang diciptakan dan peningkatan ketersediaan ion kalsium dapat merangsang pembentukan dentin reparatif.^{33, 36,37}

Kemampuan material ini untuk mencegah pertumbuhan bakteri di bawah restorasi sangat penting karena jumlah bakteri dalam kavitas mengurangi tingkat peradangan pulpa berkurang. Sifat antimikroba Ca(OH)_2 berasal dari disosiasinya menjadi ion kalsium dan hidroksil. Ion hidroksil menciptakan pH basa yang tidak menguntungkan bagi bakteri yang tersisa di kavitas. Ion hidroksil adalah radikal bebas yang sangat oksidan yang menunjukkan reaktivitas tinggi. Lapisan Ca(OH)_2 juga dilaporkan mengurangi jumlah bakteri jauh lebih efektif daripada hanya menutup kavitas. Menjaga kesehatan dan vitalitas lapisan sel odontoblas adalah penting karena bertanggung jawab atas kapasitas pulpa gigi untuk melindungi dirinya sendiri dengan pengendapan dentin tersier yang disekresikan oleh odontoblas primer. Masuknya ion kalsium dari bahan terdisosiasi menuju pulpa memicu *recruitment* dan proliferasi sel yang tidak terdiferensiasi dari pulpa dan mengaktifkan sel stem. Ca(OH)_2 memiliki kemampuan untuk demineralisasi dentin, dan dapat melepaskan *transforming growth factor- β 1* (TGF- β 1) dari matriks yang menandakan dentinogenesis tersier yang bertanggung jawab untuk perbaikan di kompleks pulpa dentin. Dilaporkan bahwa Ca(OH)_2 mempertahankan jumlah odontoblas tertinggi (dibandingkan dengan seng polikarboksilat, ZOE, dan RMGI) di bawah kavitas yang di restorasi.³⁵

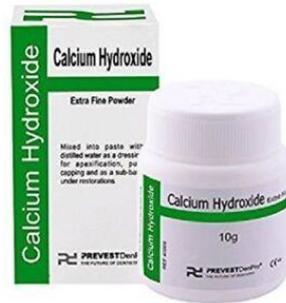
Baru-baru ini studi klinis jangka panjang menunjukkan tingkat keberhasilan dengan *Pulp Capping* Ca(OH)_2 pada eksposur karies menjadi sangat bervariasi, umumnya tidak dapat diprediksi dan sering tidak berhasil. Ca(OH)_2 dilaporkan memiliki beberapa kelemahan diantaranya, Perlekatan yang tidak cukup pada

dinding dentin, *tunnel defect* multipel pada *dentinal bridge* yang di induksi, kemampuan penyegelan yang buruk, peleburan dari waktu ke waktu dan kurangnya sifat antibakteri.³³



Gambar 2.7 Tunnel Defect (a) yang terbentuk oleh kalsium hidroksida (b) pada dentin reparatif

Ca(OH)_2 memiliki kelarutan tinggi yang merupakan kelemahan utama penggunaannya sebagai bahan *Pulp Capping*. Pelarutan bahan dalam waktu dua tahun setelah pengaplikasian terlihat menimbulkan *tunnel defect* pada dentin reparatif di bawah bahan *capping* yang menyebabkan kegagalan pemberian segel permanen terhadap infeksi bakteri.^{33,34} *Tunnel defect* di *dentinal bridge* menyebabkan gagalnya dibentuk pelindung, yang merupakan sealant biologis yang ideal untuk melawan infeksi bakteri, menghadirkan risiko tinggi kebocoran mikro, yang menyebabkan re-infeksi bakteri, peradangan pulpa persisten, dan nekrosis.^{36,37} Selain itu, ketika rangsangan ke pulpa cukup kuat dan atau berkembang pesat, odontoblas yang terdiferensiasi akhir tidak memiliki kemampuan untuk terproliferasi dan menggantikan odontoblas yang cedera atau untuk menghasilkan dentin baru.³³ Tantangan klinis seperti ini membuat klinisi perlu untuk melihat modalitas pengobatan alternatif yang inovatif.



Gambar 2.8 Kalsium Hidroksida sediaan Powder

2.7 Teh Hijau

Teh hijau (*Camellia sinensis*, *Theaceae*) merupakan salah satu tanaman herbal yang banyak dikonsumsi setelah air mineral dan salah satu minuman yang paling populer dikonsumsi di seluruh dunia. Teh hijau dihasilkan dari daun yang lebih matang tanpa fermentasi. Proses pembuatan teh dirancang untuk menghalangi, atau mengizinkan senyawa polifenol teh untuk di oksidasi oleh oksidasi polifenol yang terjadi secara alami di daun teh. Teh hijau diproduksi dengan menonaktifkan enzim panas polifenol oksidasi panas di daun segar baik dengan menerapkan panas atau uap, yang mencegah oksidasi enzimatik katekin, senyawa flavonoid paling melimpah hadir dalam ekstrak teh hijau.^{16,38,39}



Gambar 2.9 Teh Hijau (*Camellia sinensis*, *Theaceae*)

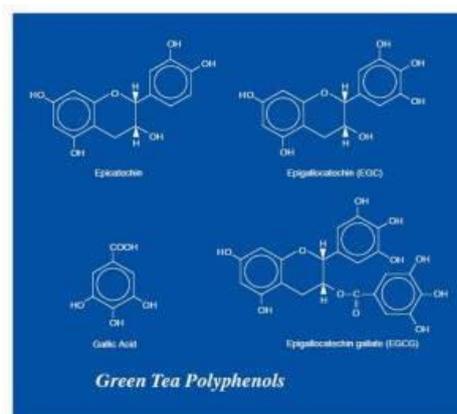
Teh hijau mengandung polifenol dengan senyawa katekin. Komponen dalam teh hijau yang paling relevan secara medis adalah polifenol. Polifenol

atau katekin dalam teh hijau merupakan zat antibakteri yang telah terbukti mampu menjaga pertahanan tubuh dengan cara mefagositosis bakteri atau zat asing yang masuk ke dalam tubuh.¹⁶ Peran aktivitas antibakteri katekin teh hijau sangat penting dalam menyembuhkan luka karena zat fenol dalam teh hijau memiliki kemampuan untuk medenaturasi protein bakteri, membentuk kompleks dengan dinding sel bakteri dan merusak membran sel bakteri. Kematian bakteri mengakibatkan berkurangnya fagositosis sel bakteri oleh leukosit polimorfonuklear. Hal ini mengakibatkan fase inflamasi berlangsung singkat sehingga fase proliferasi berlangsung dengan cepat.⁴² Aktivitas antibakteri selain efek antibakteri langsung dari katekin yaitu dapat merusak membran sel bakteri, penghambatan sintesis asam lemak, penghambatan aktivitas enzim, dll.⁴⁰

Polifenol juga memiliki efek antioksidan yang kuat yang dapat melindungi tubuh dari kerusakan akibat radikal bebas yang di induksi oleh stress oksidatif.^{16,38} Efek antioksidan berasal dari kemampuan teh hijau untuk membatasi jumlah radikal bebas dengan mengikat *reactive oxygen species* (ROS).³⁸ Teh hijau juga bersifat basa dan rasanya pahit. Sifat basa teh hijau menjaga keseimbangan asam basa cairan tubuh. Rasa pahit teh hijau karena adanya katekin. Ini merangsang sekresi air liur.¹⁶ Selain itu, teh hijau adalah sumber alami dari *fluoride*. Teh telah terbukti memiliki efek antimikroba terhadap berbagai bakteri gram positif dan gram negatif (misalnya, *Escherichia coli*, *Salmonella sp.*, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus sp.*), beberapa jamur (misalnya, *Candida albicans*), serta varietas virus (misalnya yaitu, HIV, *herpes*

dan varietas virus (misalnya *simpleks*, *influenza*).³⁸

Polifenol yang paling relevan adalah favonoid; dan favonoid yang paling relevan adalah katekin yang menunjukkan sifat antimikroba. Empat katekin utama yang terdapat pada teh hijau adalah (-)-epicatechin (EC), (-)-epicatechin-3-gallate (ECG), (-)-epigallocatechin (EGC), dan (-)-epigallocatechin-3-gallate (EGCG).³⁹ Epigallocatechin (EGC), EGCG dan ECG merupakan agen antibakteri yang paling penting.⁴⁰ Kandungan katekin tertinggi dalam teh hijau adalah EGCG, sekitar 50-80%. EGCG umumnya dianggap sebagai konstituen aktif utama teh hijau.⁴¹



Gambar 2.10 Struktur senyawa polifenol teh hijau

EGCG secara aktif menekan terjadinya inflamasi, membunuh dan menghambat berbagai mikroorganisme, serta memiliki kemampuan sebagai antioksidan. EGCG yang terkandung dalam teh hijau memiliki efek antibiotik yang bekerja secara langsung dengan cara antibiotik merusak membran sel pada bakteri, menghambat sintesis asam lemak yang ada, dan menghambat aktivitas enzim yang ada pada bakteri.¹⁶ EGCG yang bermuatan negatif berikatan kuat pada *lipid bilayer* positif dari bakteri Gram-positif. Partisi katekin dalam membran *lipid bilayer* menghasilkan hilangnya struktur dan

fungsi sel dan akhirnya menghasilkan kematian sel. Selanjutnya, polifenol telah dilaporkan menunjukkan aktivitas antimikroba dengan mengikat dengan protein polimer poliamida terkait. Penghambatan mikroorganisme oleh senyawa fenolik mungkin juga karena kekurangan zat besi atau ikatan hidrogen dengan protein penting seperti enzim mikroba. Senyawa fenolik terutama proanthocyanidins rentan terhadap polimerisasi di udara melalui reaksi oksidasi. Oleh karena itu, faktor penting yang mengatur toksisitas mereka adalah ukuran polimerisasi mereka. Kondensasi oksidasi dari fenol dapat menyebabkan toksisitas mikroorganisme. Di sisi lain, polimerisasi dapat menghasilkan detoksifikasi fenol. Hal ini mendukung fakta polifenol bertanggung jawab atas aktivitas antimikroba dari ekstrak teh.⁴⁰

Konsumsi teh hijau telah terbukti mendistribusikan senyawa dan/atau metabolitnya ke seluruh tubuh, yang tidak hanya kemungkinan mengobati infeksi tetapi juga pencegahan infeksi. Teh hijau telah terbukti memiliki sifat antikarsinogenik, aktivitas antitumor, anti inflamasi, antimikroba, dan antioksidan dan bermanfaat dalam penyakit kardiovaskular (CVD), diabetes dan obesitas, serta neurologis dan kesehatan mulut.^{39,41}

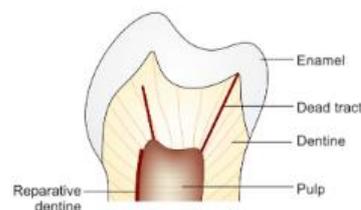
Beberapa peneliti telah menyimpulkan bahwa metaloproteinase matriks MMP-2 primer dapat dihambat dengan polifenol teh hijau dan MMP-9 berpartisipasi dalam degradasi matriks dentin. Penghambatan MMP oleh inhibitor, terutama bahan alami dapat memberikan potensi terapeutik untuk menghambat karies dentin yang progresif. Penelitian sebelumnya juga telah menunjukkan efektivitas zat aktif katekin teh hijau dapat menurunkan MMP-9

dan TIMP-1 meningkat.

2.8 Pembentukan Dentin Reparatif

Pada karies dentin, dengan matinya bakteri akan merangsang sekresi sel-matriks papilla gigi yang diperankan oleh TGF β 1 dan BMP-2. *Transforming Growth Factor beta* (TGF- β 1) dan *Bone Morphogenetic Beta-2* (BMP-2) adalah protein yang mengontrol proliferasi, diferensiasi seluler, dan fungsi lainnya di sebagian besar sel. Dalam kaitannya dengan kesehatan gigi, TGF- β 1 dikenal sebagai faktor pertumbuhan yang mengatur secara ketat peristiwa molekuler dan seluler dalam pembentukan dentin tersier.⁴²

Dentin tersier terbentuk sebagai reaksi terhadap rangsangan eksternal (misalnya toksin bakteri, trauma, atrisi, prosedur operasi gigi). Biasanya mengendap di dekat lokasi kerusakan. Dentin tersier dapat diklasifikasikan sebagai dentin reaksioner dan dentin reparatif.⁴³



Gambar 2.11 Dentin Reparatif

Dentin reparatif merupakan jaringan kalsifikasi baru dibentuk oleh sel mirip odontoblas yang baru terdiferensiasi dan termasuk sebagai sel dalam matriks (osteodentin).²⁰ Dentin reparatif, juga dikenal sebagai dentin ireguler atau tersier, dibentuk oleh pulpa sebagai respons protektif terhadap rangsangan berbahaya. Rangsangan ini dapat diakibatkan oleh karies, prosedur operasi, bahan restorasi, abrasi, erosi, atau trauma. Dentin reparatif mengendap di

daerah yang terkena kerusakan dengan kecepatan yang meningkat rata-rata 1,5nm per hari. Kecepatan, kualitas, dan kuantitas deposit dentin reparatif bergantung pada keparahan dan durasi kerusakan pada odontoblas dan biasanya dihasilkan oleh odontoblas pengganti.¹⁹

Dentin reparatif terbentuk ketika kerusakan lebih parah, dengan kerusakan berlebihan pada lapisan odontoblastik. Tubulus dentin yang terbentuk di sini biasanya jumlahnya lebih sedikit dan distribusinya tidak teratur dibandingkan dengan dentin normal serta tidak bersambung dengan tubulus dentin sekunder atau reaksioner^{20, 43}

Dentin reparatif dapat ditemukan ketika proses karies mencapai lebih dalam ke dentin.²⁶ Jika pulpa di sekitarnya tetap vital dan terdapat keseimbangan yang baik antara inflamasi dan perbaikan, sel-sel progenitor dikerahkan ke tempat kerusakan, kemungkinan oleh faktor kemotaksis yang dilepaskan dari matriks dentin yang terdemineralisasi dan sel-sel di sekitarnya. Sel-sel progenitor ini terdiferensiasi menjadi sel-sel mineralisasi yang sering disebut sebagai "sel mirip odontoblas." Meskipun sel-sel ini berbeda morfologinya dari odontoblas asli, sel-sel ini juga menyekresi matriks yang pada saat mineralisasi membentuk "*dentinal bridge*" di atas area kerusakan yang disebut dentin reparatif. Dentin ini biasanya atubular dan, karena sekresinya yang cepat, sering menjebak sel-sel mineralisasi di dalam matriksnya yang menyerupai osteosit; itu sering disebut sebagai "*osteodentin*." *Dentinal bridge* nontubular ini, jika dibentuk secara seragam tanpa cacat tubular, dapat memberikan penghalang biologis dengan permeabilitas cairan yang terlihat pada dentin tubular.²² Karena

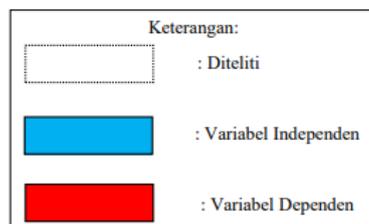
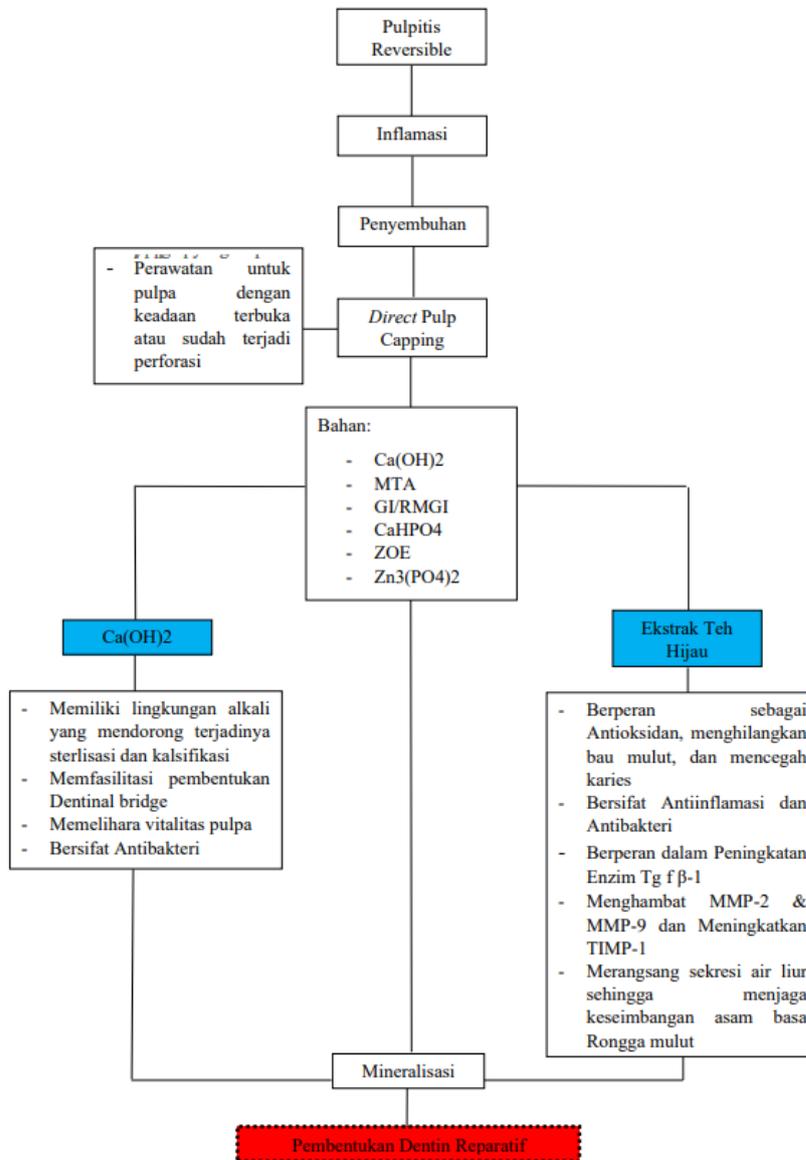
proses odontoblastik dan serabut saraf meluas ke dalam tubulus dentin, dapat dibayangkan bahwa masuknya toksin ke dalam tubulus dentin telah memicu sintesis dentin reparatif oleh odontoblas.²⁶

Ketika proses karies berkembang perlahan dalam waktu yang lama, dentin reparatif memiliki struktur yang lebih teratur dengan tubulus dentin, yang mungkin sangat mirip dengan dentin primer atau sekunder. Dalam kondisi yang sangat kariogenik yaitu karies yang berkembang pesat yang dapat menimbulkan stimulus kuat pada pulpa, terutama pada odontoblast.²⁶

BAB III

KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS PENELITIAN

3.1 Kerangka Konsep



3.2 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan landasan teori yang disusun di atas, maka dapat di susun hipotesis sebagai berikut: Bahan *Pulp Capping* kalsium hidroksida Ca(OH)_2 yang dicampur katekin teh hijau dan juga pasta katekin teh hijau sebagai bahan yang dapat merangsang dentin reparatif pada gigi yang mengalami *Pulpitis Reversible*.