



**TINGKAT KELARUTAN KALSIMUM DENTIN DAN KEKERASAN DENTIN
GIGI SETELAH DILAKUKAN *INTERNAL BLEACHING***

SKRIPSI

Oleh

Rony Saputra

NIM 101610101029

FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI

UNIVERSITAS JEMBER

2017



**TINGKAT KELARUTAN KALSIMUM DENTIN DAN KEKERASAN DENTIN
GIGI SETELAH DILAKUKAN *INTERNAL BLEACHING***

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan studi (S1) di Fakultas Kedokteran Gigi
dan mencapai gelar Sarjana Kedokteran Gigi

Oleh

Rony Saputra

NIM 101610101029

FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI

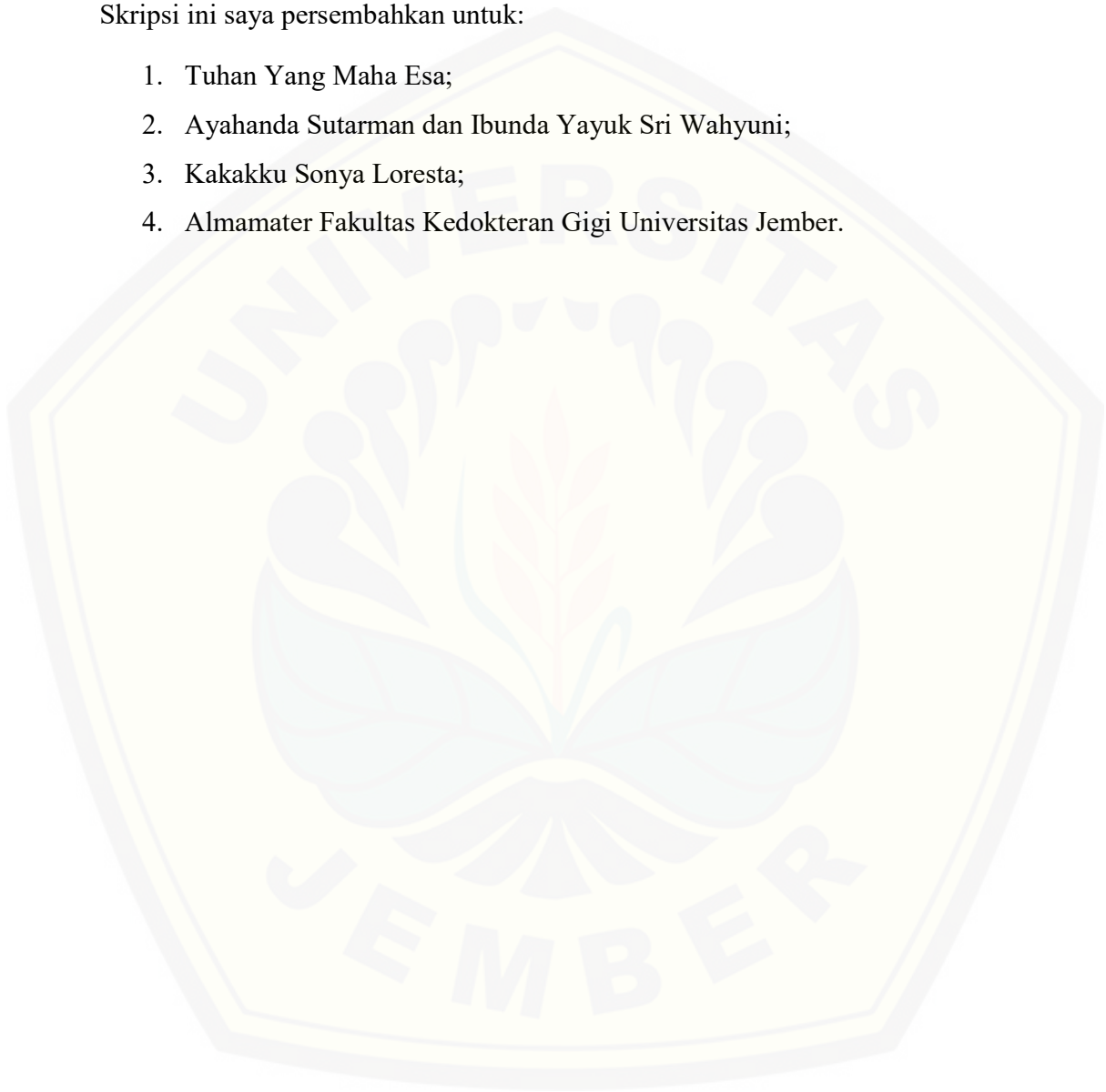
UNIVERSITAS JEMBER

2017

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Tuhan Yang Maha Esa;
2. Ayahanda Sutarman dan Ibunda Yayuk Sri Wahyuni;
3. Kakakku Sonya Loresta;
4. Almamater Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

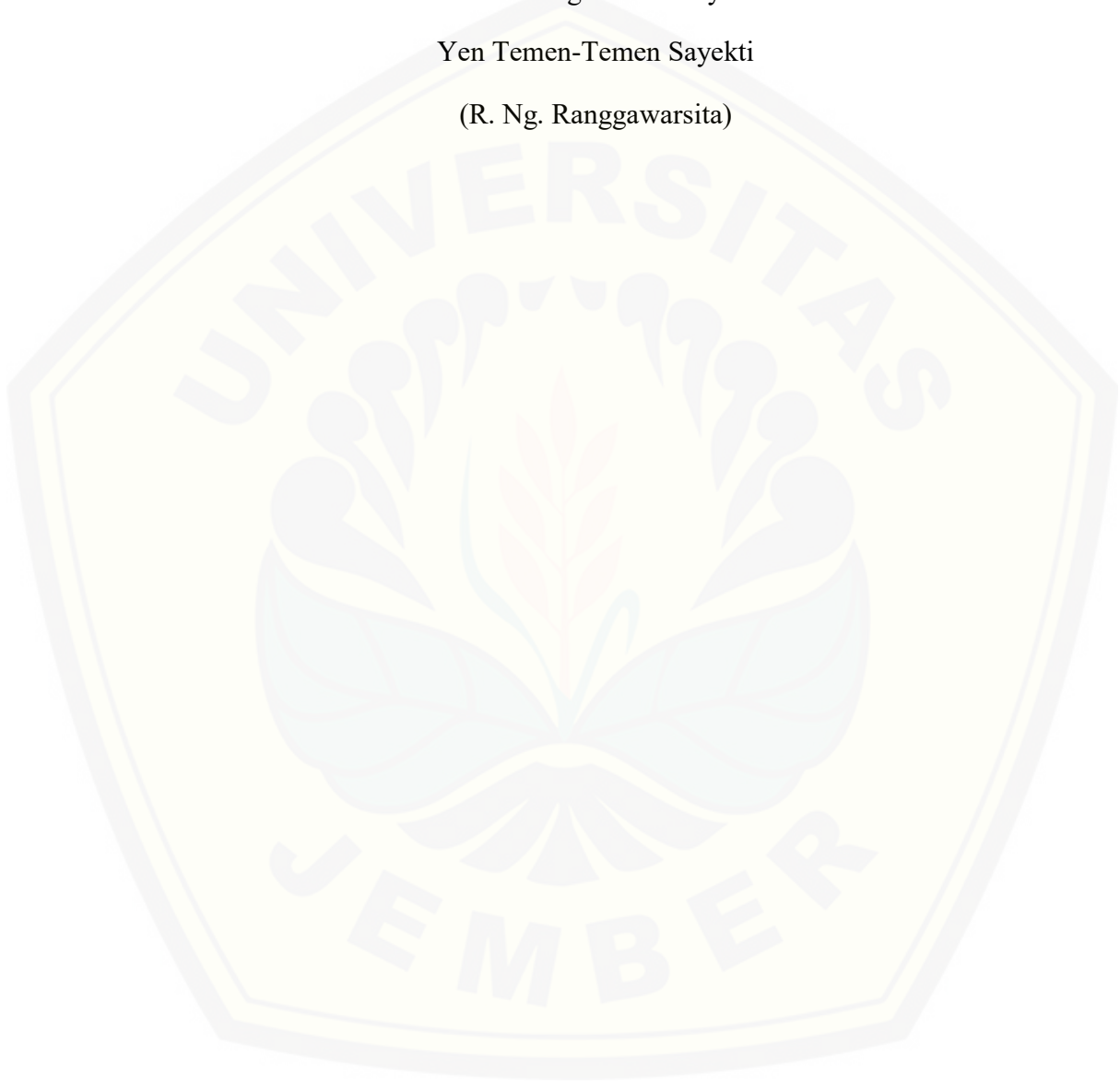


MOTTO

Hanuhoni kang Duwe Panyuwun

Yen Temen-Temen Sayekti

(R. Ng. Ranggawarsita)



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Rony Saputra

NIM : 101610101029

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya yang berjudul “Tingkat Kelarutan Kalsium Dentin dan Kekerasan Dentin Gigi setelah Dilakukan *Internal Bleaching*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 7 Juli 2017

Yang menyatakan,

Rony Saputra

NIM 101610101029

Skripsi berjudul “Tingkat Kelarutan Kalsium Dentin dan Kekerasan Dentin Gigi setelah Dilakukan *Internal Bleaching*” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : 7 Juli 2017

tempat : Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember

Tim Penguji

Dosen Penguji Ketua

Dosen Penguji Anggota

drg. Nadie Fatimatuazzahro, MD.Sc.

NIP. 198204242008012022

drg. Suhartini, M.Biotech.

NIP. 197909262006042002

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Pendamping

Prof. drg. Mei Syafriadi, MD.Sc.,Ph.D.

NIP. 196805291994031003

drg. Dwi Merry C. Robin, M.Kes.

NIP. 197712232008122002

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember

drg. R. Rahardyan Parnaadji, M.Kes, Sp. Pros.

NIP. 196901121996011001

RINGKASAN

Tingkat Kelarutan Kalsium Dentin dan Kekerasan Dentin Gigi setelah Dilakukan *Internal Bleaching*, Rony Saputra, 101610101029; 2017; 70 halaman; Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

Internal bleaching merupakan suatu prosedur perawatan estetika pada gigi non-vital. Pada *internal bleaching*, selain memperbaiki kualitas warna gigi namun juga mempengaruhi sifat fisik gigi karena proses yang timbul akibat reaksi kimia bahan *bleaching*, yaitu H₂O₂. Pengaruh yang timbul akibat proses kimia tersebut yaitu terurainya hidroksiapatit pada dentin yang berkontak dengan H₂O₂ dalam proses *internal bleaching*. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh H₂O₂ dalam *internal bleaching* terhadap kelarutan kalsium dentin dan perubahan kekerasan gigi.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Patologi Anatomi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember, Laboratorium *Bioscience* Rumah Sakit Gigi dan Mulut Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember, serta Laboratorium Uji Material Fakultas Teknik Universitas Jember pada bulan Mei 2016. Persiapan spesimen, prosedur *internal bleaching*, dan pengumpulan cairan pencucian ruang pulpa dilakukan di Laboratorium Patologi Anatomi FKG Unej. Pengukuran kadar kelarutan kalsium dentin dilakukan di Laboratorium *Bioscience* RSGM FKG Unej dan pengukuran kekerasan gigi dilakukan di Laboratorium Uji Material Fakultas Teknik Unej. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah aquades, larutan H₂O₂ dengan konsentrasi 5,3%, 20%, dan 35%, serta natrium perborat. Persiapan spesimen dilakukan dengan membuka ruang pulpa gigi 14 dan 24, pembersihan ruang pulpa, dan pembasisan dengan semen *glass ionomer*. Prosedur *internal bleaching* dilakukan dengan menempatkan bahan *bleaching* pada ruang pulpa lalu ditutup dengan tumpatan sementara dan didiamkan dalam inkubator bersuhu 37° selama 7 hari. Pengukuran kadar kelarutan kalsium dentin menggunakan alat spektrofotometer UV-visual yang telah dikalibrasi sebelumnya. Pengukuran kekerasan gigi dilakukan

menggunakan alat uji tekan elektrik dengan satuan kekerasan HB (*Hardness of Brinell*). Untuk menguji perbedaan kelarutan kalsium dentin dan kekerasan gigi pada masing-masing kelompok digunakan uji *one way Anova* dan *Least Significance Difference* (LSD).

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah terdapat perbedaan kelarutan kalsium dentin dan terdapat perbedaan kekerasan gigi yang telah dilakukan *internal bleaching* pada masing-masing kelompok. Uji *one way Anova* untuk mengetahui adanya perbedaan kelarutan kalsium dentin pada masing-masing kelompok menunjukkan bahwa terdapat peningkatan kadar kalsium dentin mulai dari kelompok A (H_2O_2 aquades), kelompok B (H_2O_2 5,3%), kelompok C (H_2O_2 20%), dan kelompok D (H_2O_2 35%). Kelompok A memiliki kelarutan kalsium terendah dan kelompok D memiliki kelarutan kalsium tertinggi. Uji *one way Anova* juga menunjukkan adanya penurunan kekerasan gigi mulai dari kelompok A, kelompok B, kelompok C, dan kelompok D. kelompok A memiliki kekerasan gigi tertinggi dan kelompok D memiliki kekerasan gigi terendah. Uji LSD untuk mengetahui perbedaan peningkatan kelarutan kalsium dentin dan penurunan kekerasan gigi dengan membandingkan langsung antar kelompok perlakuan. Uji LSD dengan tingkat kepercayaan 99% menunjukkan bahwa pada tiap kelompok perlakuan memiliki perbedaan yang signifikan dan peningkatan kalsium dentin dan penurunan kekerasan gigi. Kesimpulan yang didapat dari hasil analisis data pada pembahasan adalah prosedur *internal bleaching* dengan bahan H_2O_2 dapat meningkatkan konsentrasi kelarutan kalsium dentin dalam larutan pencucian ruang pulpa dan dapat menurunkan kekerasan gigi.

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan YME atas segala berkat dan hikmatNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Tingkat Kelarutan Kalsium Dentin dan Kekerasan Dentin Gigi setelah Dilakukan *Internal Bleaching*”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Ayahanda Sutarman dan Ibunda Yayuk Sri Wahyuni yang telah memberikan dukungan, doa, kasih sayang, dan semangat untuk menyelesaikan skripsi ini;
2. Kakakku, Sonya Loresta yang menemani dalam suka dan duka;
3. Prof. drg. Mei Syafriadi, MD.Sc.,Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Utama dan drg. Dwi Merry C. Robin, M.Kes., selaku Dosen Pembimbing Pendamping, yang telah meluangkan waktu dan pikiran serta memberikan banyak masukan dalam penulisan skripsi ini;
4. drg. Nadie Fatimatuzzahro, MD. Sc., selaku Dosen Penguji Ketua dan drg. Suhartini, M.Biotech., selaku Dosen Penguji Anggota yang telah meluangkan waktu untuk penulisan skripsi ini;
5. drg. R. Rahardyan Parnaadji, M. Kes, Sp. Pros., selaku Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember;
6. drg. Peni Pujiastuti, M.Kes., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan dan motivasi selama ini;
7. Bapak Dedi Dwi Laksana, ST., MT., yang telah menjadi sumber inspirasi dan memberikan motivasi kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini;
8. Meirina Rosa Wisatya, Enggar Gumelar, dan Mohammad Rizal yang telah banyak membantu dan memberikan motivasi;
9. Benny Santoso, I Gede Mahendra P., dan Pudyo Kristamtomo teman saya yang telah memberi dukungan dan bantuan selama pengerjaan skripsi ini;

10. Keluarga besar Soewarno, yang telah memberi bantuan dan motivasi bagi penulis;
11. Teknisi Laboratorium *Bioscience* Fakultas Kedokteran Gigi dan Teknisi Laboratorium Uji Material Fakultas Teknik Universitas Jember, yang telah membantu proses penelitian;
12. Teman-teman angkatan 2010, atas segala kebersamaannya;
13. Civitas akademika Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember atas segala bantuannya;
14. Semua pihak yang terlibat baik langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.
Amin.

Jember, Juli 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
RINGKASAN	vi
PRAKATA	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Struktur Gigi	5
2.1.1 Enamel	5
2.1.2 Dentin	6
2.1.3 Pulpa	7
2.1.4 Sementum	7
2.1.5 Kalsium Hidroksiapatit	8
2.2 Diskolorasi Gigi	9
2.2.1 Warna Gigi	9
2.2.2 Etiologi Perubahan Warna Gigi	12

2.3 <i>Internal Bleaching</i>	22
2.3.1 Pengertian <i>Internal Bleaching</i>	22
2.3.2 Spektrometri	22
2.3.3 Bahan Bleaching	26
2.3.4 Komplikasi Akibat <i>Internal Bleaching</i>	26
2.3.5 Reaksi Bahan <i>Bleaching</i> terhadap Kalsium Hidroksiapatit	26
2.4 Kerangka Konsep Pemikiran	28
BAB 3. METODE PENELITIAN	29
3.1 Jenis Penelitian	29
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	29
3.3 Variabel Penelitian	29
3.3.1 Variabel Bebas	29
3.3.2 Variabel Terikat	29
3.3.3 Variabel Terkendali	29
3.3.4 Variabel Tidak Terkendali	30
3.4 Definisi Operasional	30
3.5 Sampel Penelitian	31
3.6 Bahan	32
3.6 Alat	32
3.7 Prosedur Penelitian	33
3.7.1 Tahap Persiapan Spesimen	33
3.7.2 Tahap Persiapan <i>Bleaching</i>	35
3.7.3 Tahap <i>Bleaching</i>	37
3.7.4 Tahap Spektrofotometri	38
3.7.5 Tahap Pemotongan Spesimen	40
3.7.6 Tahap pengukuran Kekerasan Gigi	41
3.8 Analisis Data	42
3.9 Alur Penelitian	43
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	44

4.1 Hasil Penelitian	44
4.1.1 Kelarutan Kalsium Dentin Setelah Aplikasi Bahan <i>Internal Bleaching</i>	44
4.1.2 Analisis Statistik Kelarutan Kalsium Dentin	46
4.1.3 Kekerasan Dentin Gigi Setelah Aplikasi Bahan <i>Internal</i> <i>Bleaching</i>	47
4.1.4 Analisis Statistik Kekerasan Dentin Gigi	49
4.2 Pembahasan	50
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	53
5.1 Kesimpulan	53
5.2 Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN	57

DAFTAR TABEL

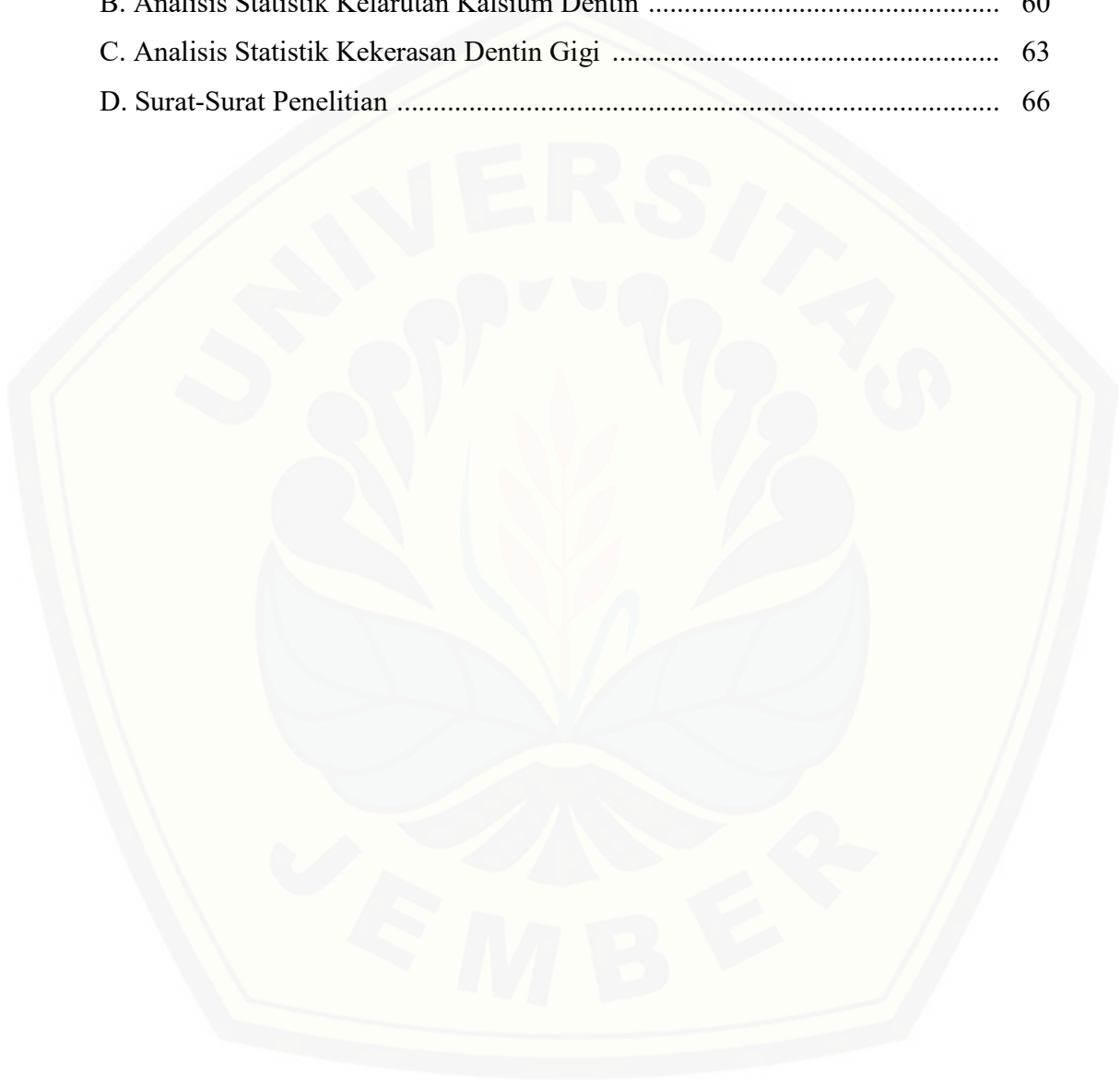
3.1 Hasil Pengukuran Larutan Baku Kalsium	39
4.1 Hasil pengukuran absorbansi (abs) dan penghitungan konsentrasi (kons, dalam ppm) kalsium dentin yang terlarut	45
4.2 Hasil <i>output</i> analisis statistik <i>One Way Anova</i> kelarutan kalsium dentin	47
4.3 Hasil <i>output</i> analisis statistik LSD kelarutan kalsium dentin.....	47
4.4 Hasil pengukuran kekerasan dentin gigi menggunakan alat uji kekerasan elektrik	48
4.5 Hasil keluaran analisis statistik <i>One Way Anova</i> kekerasan dentin gigi	49
4.6 Hasil keluaran analisis statistik LSD kekerasan dentin gigi	49

DAFTAR GAMBAR

2.1	Warna noda kehitaman akibat tingginya konsentrasi garam besi dalam sumber air	9
2.2	Perubahan warna kebiruan pada bagian insisal akibat alkaptonuria	13
2.3	<i>Erythropoietic porphyria</i> kongenital	13
2.4	Pasien dengan Hiperbilirubinemia kongenital giginya berwarna hijau	14
2.5	<i>Amelogenesis imperfecta</i> yang terjadi pada anak berusia 12 tahun	14
2.6	Pandangan insisal penderita <i>dentinogenesis imperfecta</i>	16
2.7	Pandangan labial penderita yang mengalami perubahan warna gigi akibat tetrasiklin	18
2.8	Gigi penderita fluorosis	18
2.9	Gigi 11 yang terkena trauma	19
2.10	Enamel hipoplasia pada gigi 11 dan 21 yang terlokalisasi	21
2.11	Resesi gingiva	21
2.12	Cara kerja spektroskop	23
2.12	Kerangka konsep pemikiran	28
3.1	Penyusunan sampel gigi pada balok malam	33
3.2	<i>Outline</i> gigi premolar pertama atas	33
3.3	Preparasi <i>cavity entrance</i>	34
3.4	Menimbang 200 mg natrium perborat	36
3.5	Skema aplikasi bahan <i>bleaching</i>	37
3.6	Kurva Hasil Pengukuran Panjang Gelombang	38
3.7	Kurva Linier Hasil Pengukuran Larutan Baku Kalsium	39
3.8	Skema pemotongan sampel gigi premolar pertama atas	41
3.9	Proses pengukuran kekerasan dentin gigi	41
3.9	Alur penelitian	43
4.1	Rata-rata konsentrasi kalsium dentin yang terlarut pada tiap kelompok ...	46
4.2	Rata-rata kekerasan dentin pada tiap kelompok	48
4.3	Resesi intertubular dentin setelah aplikasi H ₂ O ₂	52

DAFTAR LAMPIRAN

A. Tabel Pengukuran Panjang Gelombang Ukur Spektrofotometer	57
B. Analisis Statistik Kelarutan Kalsium Dentin	60
C. Analisis Statistik Kekerasan Dentin Gigi	63
D. Surat-Surat Penelitian	66



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan adanya perkembangan zaman, maka kesadaran masyarakat akan kesehatan gigi dan mulut mulai meningkat. Kesadaran tersebut meliputi perawatan dan pemeliharaan kesehatan gigi dan mulut (Parveen *et al.*, 2011). Pemeliharaan kesehatan gigi dan mulut semakin diperhatikan dengan melakukan pencegahan terhadap penyakit yang ada pada rongga mulut serta yang berkaitan dengan estetika. Estetika yang dimaksud adalah bagaimana menjaga ataupun merawat gigi dan rongga mulut supaya memperoleh kepercayaan diri dan hilangnya dampak negatif sosial (Klages *et al.*, 2004).

Permasalahan estetika pada rongga mulut yang sering diperhatikan adalah warna gigi, perubahan warna gigi merupakan kelainan yang sering kali tampak pertama kali (Khozeimeh *et al.*, 2008). Penyebab perubahan warna gigi dapat disebabkan karena faktor intrinsik dan ekstrinsik. Pada faktor ekstrinsik, dapat terjadi karena diet maupun plak. Sedangkan pada faktor intrinsik terjadi karena kelainan sistemik tubuh maupun faktor lokal dalam gigi (Jenssen dan Huy, 2011).

Salah satu perawatan yang digunakan untuk mengatasi masalah perubahan warna gigi adalah perawatan *bleaching*. *Bleaching* merupakan suatu tindakan perawatan gigi yang bertujuan untuk mengembalikan warna gigi supaya ideal. *Bleaching* dapat dilakukan dengan dua teknik yaitu *internal bleaching* dan *external bleaching*. *Internal bleaching* merupakan tindakan perawatan pemutihan gigi yang dilakukan dengan penempatan bahan *bleaching* pada ruang pulpa gigi. *External bleaching* merupakan perawatan pemutihan gigi dengan penempatan bahan pada enamel gigi (Walton dan Torabinejad, 2001).

Internal bleaching diindikasikan pada gigi nonvital yang bebas dari infeksi, tidak dalam proses pengobatan dan penyembuhan kelainan periapikal, serta saluran akar telah terisi dengan rapat untuk menghindari kebocoran (Zimmerli *et al.*, 2010), sedangkan menurut Plotino (2008), *internal bleaching*

dilakukan pada gigi yang mengalami perubahan warna akibat kelainan pada ruang pulpa gigi yang disebabkan oleh faktor sistemik maupun lokal.

Dengan metode penempatan bahan *bleaching* yang di dalam ruang pulpa tersebut, maka *internal bleaching* mempunyai beberapa kelebihan. Kelebihan yang pertama adalah terjadinya reaksi *bleaching* pada lokasi terdekat dengan penyebab perubahan warna. Kedua, dari segi biaya, perawatan dengan menggunakan *internal bleaching* cenderung lebih murah daripada perawatan restorasi estetik yang lain seperti *veneer* dan *crown* (Wang, 2008). Akan tetapi, studi yang lain menyatakan adanya dampak negatif, terutama akibat bahan yang digunakan. Bahan yang sering digunakan adalah karbamid peroksida dan hidrogen peroksida (H_2O_2). H_2O_2 dipilih karena pelepasan peroksida yang lebih cepat daripada bahan lain (Wang, 2008). Menurut Chng *et al.* (2002) menyatakan bahwa dampak negatif pemaparan 30% hidrogen peroksida yang digunakan di *internal bleaching* selama 24 jam menyebabkan resesi permukaan intertubular dentin dan secara signifikan menurunkan kekerasan intertubular dentin. Hal ini dikuatkan oleh Duschner, *et. al* (2000) bahwa dengan *bleaching* setara dengan 5.3% H_2O_2 dapat mempengaruhi bentuk intertubular dentin pada struktur yang terlihat dalam mikroskop. Berdasarkan penelitian Santos *et al.* (2009) menyatakan bahwa *bleaching* menggunakan hidrogen peroksida dengan konsentrasi 30% merupakan penyebab paling tinggi perubahan morfologis dentin yang ditandai dengan tubulus dentin melebar, menunjukkan demineralisasi pada intratubular dentin. Akan tetapi Allen *et al.* (2011) berkesimpulan bahwa *internal bleaching* mungkin dapat mencegah prosedur perawatan estetik yang lebih invasif.

Berdasarkan penelitian oleh Mothilal *et al.* (2008) mengatakan bahwa produk reaksi pemecahan hidrogen peroksida dapat menguraikan kalsium hidroksiapatit sehingga diperoleh kation kalsium bebas dalam larutan. Pada struktur morfologis dan kekerasan dentin, Chng *et al.*, (2002) membuktikan bahwa pemaparan H_2O_2 mengubah struktur morfologis dentin dan secara signifikan mengurangi tingkat kekerasan dentin. Oleh karena itu, peneliti ingin mengetahui lebih dalam tentang kelarutan kalsium dentin dan perubahan kekerasan gigi yang dilakukan *internal bleaching* menggunakan bahan yaitu H_2O_2

dengan konsentrasi 5,3%, 20%, dan 35%. Konsentrasi 5,3% digunakan berdasarkan penelitian Duschner, *et. al* (2000) yang merupakan konsentrasi H₂O₂ terendah dalam penelitian sebelumnya. Sedangkan konsentrasi tertinggi yaitu sebesar 35% dipilih berdasarkan konsentrasi yang digunakan dalam jenis sediaan yang beredar di pasar (Ultradent, Opalescence® Endo), sedangkan konsentrasi 20% dipilih sebagai pembanding antara konsentrasi aplikatif (35%) dan konsentrasi terendah dalam penelitian sebelumnya (5,3%).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, maka permasalahan yang dapat dirumuskan adalah sebagai berikut:

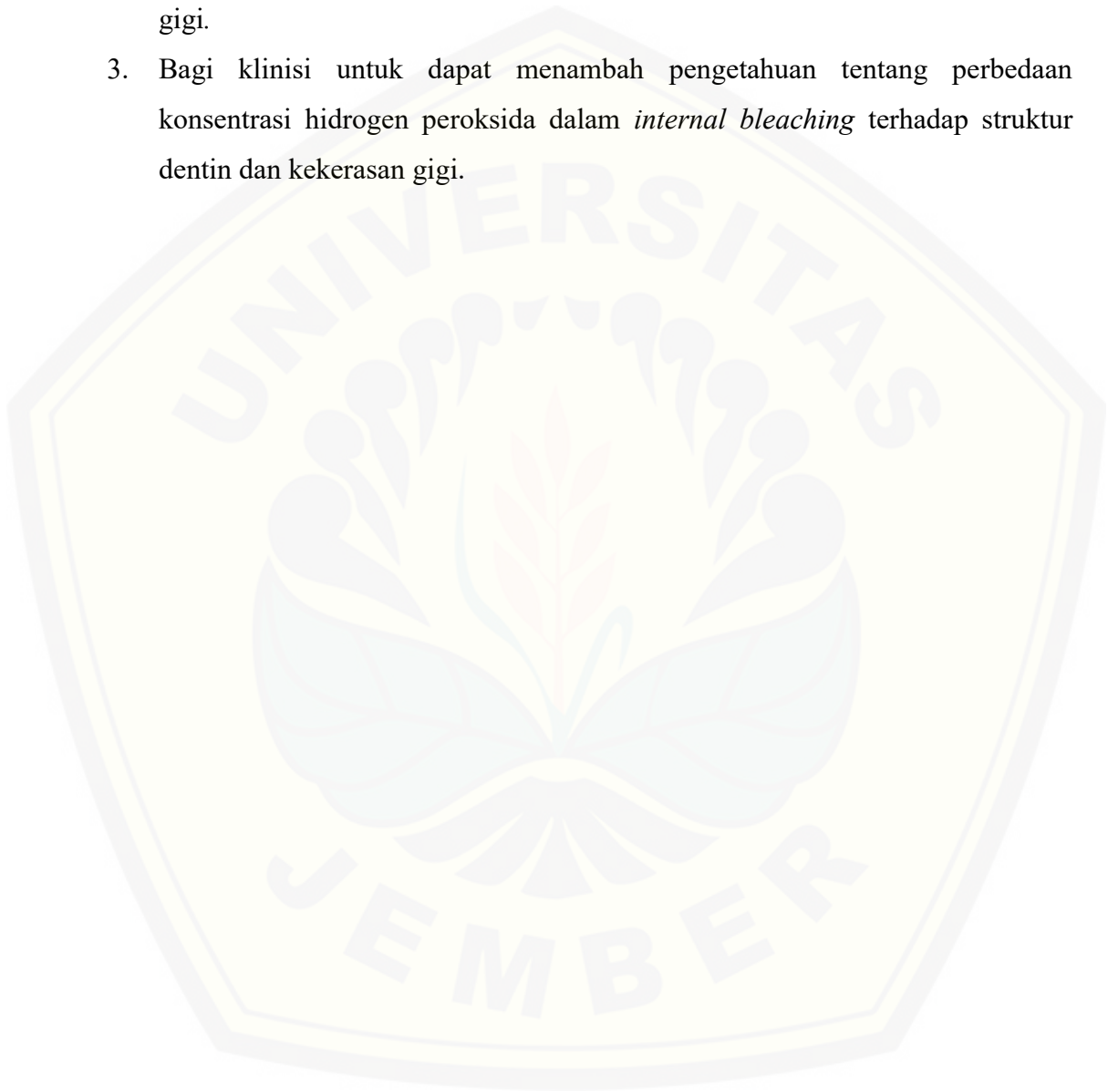
1. Bagaimana tingkat kelarutan kalsium dentin yang telah dilakukan *internal bleaching* menggunakan bahan hidrogen peroksida dengan konsentrasi 5,3%, 20%, dan 35% ?
2. Bagaimana kekerasan dentin gigi yang telah dilakukan *internal bleaching* menggunakan bahan hidrogen peroksida dengan konsentrasi 5,3%, 20%, dan 35% ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh *internal bleaching* menggunakan hidrogen peroksida dengan konsentrasi 5,3%, 20%, dan 35% terhadap kelarutan kalsium dentin dan perubahan kekerasan dentin gigi.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Bagi masyarakat untuk menambah pengetahuan mengenai efek bahan hidrogen peroksida dalam prosedur *internal bleaching*.
2. Bagi peneliti untuk mengetahui dampak *internal bleaching* terhadap sifat fisik gigi.
3. Bagi klinisi untuk dapat menambah pengetahuan tentang perbedaan konsentrasi hidrogen peroksida dalam *internal bleaching* terhadap struktur dentin dan kekerasan gigi.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Struktur Gigi

2.1.1 Enamel

Enamel merupakan jaringan keras termineralisasi yang menutupi mahkota anatomis gigi. Meskipun warna enamel pada umumnya putih, enamel relatif translusen serta penampilannya dapat dipengaruhi oleh warna dentin di dalamnya dan restorasi yang terpasang (Hand dan Frank, 2014). Ketebalan enamel bervariasi, ketebalan maksimum sekitar 2,5mm pada sisi aktif hingga setipis bulu pada garis servikal. Variasi ini mempengaruhi warna enamel karena dentin di bawahnya yang berwarna kuning terlihat melalui daerah yang lebih tipis (Nanci, 2013).

Komposisi enamel mengandung sekitar 96% komponen mineral, 2% materi organik, dan 2% air dihitung dari beratnya. Seperti pada jaringan keras vertebrata lain komponen mineral enamel adalah kalsium hidroksi apatit ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$). Seperti jaringan termineralisasi lain, beberapa kandungan ion kalsium, fosfat, dan hidroksil dari kristal kalsium hidroksiapatit enamel mungkin digantikan oleh ion lain. Ion tersebut meliputi strontium, magnesium, karbonat, dan fluorit. Kandungan organik pada enamel matang terutama terdiri dari protein matriks enamel sisa atau fragmen dari protein tersebut (Hand dan Frank, 2014).

Kristal enamel tersusun dalam *enamel rod* yang memanjang dari *dentino enamel junction* ke permukaan gigi. Dalam *enamel rod*, kristal kebanyakan tersusun sejajar dengan *rod*. Setiap *rod* diameternya sekitar 4-5 μm , dengan bentuk mendekati lingkaran atau sedikit oval ketika dibelah. Panjang *rod* kemungkinan hingga 2,5-3mm, tergantung jenis dan posisi dalam gigi. Kristal tambahan terletak pada *interrod enamel*, yang mengelilingi setiap *enamel rod*. Pada seperempat insisal atau oklusal, orientasi *rod* berubah dan kristal *interrod* membentuk sedikit

ruang. Ruang ini berisi penambahan protein matriks enamel sisa yang disebut *rod sheath* (Hand dan Frank, 2014).

2.1.2 Dentin

Dentin merupakan jaringan keras pada gigi. Dentin adalah matriks serupa tulang yang mempunyai ciri di dalamnya terdapat banyak tubulus dentin yang menyebar pada seluruh dentin. Dentin sedikit lebih keras daripada tulang dan lebih lunak daripada enamel (Nanci, 2013). Dentin membentuk badan gigi, menyokong enamel yang menutupi mahkota dan sementum yang menjadi lapisan superfisial pada akar gigi. Meski dentin merupakan jaringan termineralisasi, dentin mengandung lebih sedikit mineral dan lebih lentur daripada enamel, sehingga memberikan perlindungan terhadap patah dan retak (Hand dan Frank, 2014).

Dentin terdiri dari matriks organik, sebagian besar terdiri dari kolagen Tipe I, di mana kristal mineral kalsium hidroksiapatit dideposisikan (Hand dan Frank, 2014). Dentin matang terdiri dari sekitar 70% materi anorganik, 20% materi organik, dan 10% air (Nanci, 2013). Dentin matang mengandung lebih banyak bahan organik daripada enamel, tetapi lebih sedikit mineral. Sebagai tambahan, terdapat sebagian kecil kolagen Tipe III dan Tipe V. komponen non kolagen meliputi protein berfosfor dan protein tak berfosfor, proteoglikan, lipid, *growth factor*, dan enzim yang mengisi sekitar 10% matriks organik dentin (Hand dan Frank, 2014). Menurut Nanci (2013), berdasarkan pembentukannya terdapat beberapa tipe dentin yaitu,

- a. Dentin primer
Sebagian besar gigi terbentuk dari dentin primer. Lapisan luarnya terletak di dekat enamel atau sementum, lapisan ini disebut mantel dentin.
- b. Dentin sekunder
Dentin sekunder dibentuk setelah pembentukan akar selesai dan masih menunjukkan keberlanjutannya, tetapi lebih lambat pendeposisiannya oleh odontoblas. Dentin sekunder mempunyai struktur tubuler yang mana lebih tidak teratur untuk meneruskan keberlanjutan dari dentin primer. Dentin

sekunder tidak dideposisikan secara merata pada tepi-tepi ruang pulpa, terutama pada gigi molar.

c. Dentin Tersier

Dentin tersier (juga disebut dentin reaktif atau reparatif) diproduksi dalam reaksi untuk berbagai stimuli, seperti atrisi, karies, maupun perawatan restoratif. Tidak seperti dentin primer atau sekunder yang terbentuk sepanjang batas dentin dan pulpa, dentin tersier hanya diproduksi oleh sel yang terdampak langsung oleh stimulus, tergantung intensitas dan durasi stimulus. Dentin tersier kemungkinan mempunyai tubulus lanjutan dari dentin sekunder meskipun bentuknya lebih tidak teratur, atau bahkan tidak ada tubulus sama sekali. Sel yang membentuk dentin tersier pada permukaan maupun di dalamnya disebut osteodentin. Dentin tersier diklasifikasikan lagi menjadi dua, yaitu dentin reaksioner yang dibentuk dari osteoblas yang sudah ada serta dentin reparatif yang dibentuk dari sel mirip odontoblas yang terdiferensiasi.

2.1.3 Pulpa

Pulpa merupakan jaringan ikat lunak yang normalnya tidak termineralisasi. Seperti pada jaringan lunak lain, matriks ekstraseluler pulpa terdiri dari kolagen, glikoprotein, proteoglikan, enzim, *growth factor*, berbagai fosfolipid dan proteolipid, serta komponen plasma (Hand dan Frank, 2014).

Jaringan pembuluh darah masuk ke dalam pulpa melalui foramen apikal dan asesori. Pembuluh limfe selalu ada pada apikal, tetapi terkadang tidak ada pada daerah mahkota dan tengah. Sedangkan untuk saraf, pulpa diinervasi oleh saraf sensoris yang merupakan cabang dari nervus trigeminus (Hand dan Frank, 2014).

2.1.4 Sementum

Sementum merupakan jaringan ikat keras avaskuler yang menutupi akar gigi. Sementum diperkirakan mengandung 45%-50% kalsium hidroksiapatit dihitung berdasarkan berat, serta sisanya adalah kolagen dan matriks protein non-

kolagen (Nanci, 2013). Sementum tidak seperti tulang, bersifat avaskuler, sedikit innervasi, dan sedikit mengalami *remodelling*. Nutrisinya berasal dari difusi pembuluh darah terdekat pada ligamen periodontal. Pada daerah di mana sementum tebal, seperti pada apeks akar atau furkasi, sementosit pada lapisan dalam mungkin tidak menerima cukup nutrisi untuk bertahan (Hand dan Frank, 2014).

2.1.5 Kalsium Hidroksiapatit

a. Pengertian Hidroksiapatit

Pada tulang dan gigi terdiri dari mineral kalsium fosfat yang terkumpul dalam hidroksiapatit dan matrix protein. Hidroksiapatit merupakan bagian anorganik yang ditemukan pada tulang dan gigi. Pada organisme biologis, hidroksiapatit selalu terdapat pada lokasi spesifik yang dapat dibedakan dengan penyusun jaringan lain (Boskey, 2007)

Hidroksiapatit pada dentin dideposisikan oleh odontoblas sepanjang hidup manusia melalui proses kalsifikasi. Kalsifikasi terjadi dengan pengendapan garam-garam kalsium anorganik selama pengendapan matriks. Kalsifikasi dimulai selama pengendapan matriks oleh endapan kecil, selanjutnya garam kalsium anorganik bertambah besar oleh lapisan-lapisan yang pekat (Sperber, 1991)

b. Struktur Kimia Hidroksiapatit

Hidroksiapatit terbentuk berdasarkan persamaan kimia sebagai berikut:



Meskipun rumus persamaan dari reaksi tersebut dapat disederhanakan oleh bilangan 2, rumus tersebut tetap ditulis seperti ini untuk mempertegas bahwa $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ merupakan formula untuk satu unit sel yang di dalamnya terdapat kalsium hidroksiapatit. Dengan catatan bahwa 10 ion kalsium dibutuhkan, sementara hanya 6 ion fosfat dan 2 ion hidroksil yang diperlukan. Jumlah ion kalsium yang relatif lebih banyak membuat formasi hidroksiapatit lebih sensitif oleh aktivitas kalsium (LI *et al.*, 2008)

2.2 Diskolorasi Gigi

2.2.1 Warna Gigi

Menurut Murthy *et al.* (2011), warna gigi disebabkan oleh efek gabungan dari pewarnaan intrinsik dan ekstrinsik. Warna gigi intrinsik berhubungan dengan hamburan dan penyerapan sifat cahaya dari enamel dan dentin. Sedangkan menurut Joiner *et al.* (2008), warna ekstrinsik terkait dengan penyerapan bahan (misalnya teh, anggur merah, klorheksidin, garam besi) ke permukaan enamel, dan khususnya lapisan pelikel, dan yang pada akhirnya menyebabkan noda ekstrinsik.



Gambar 2.1 Warna noda kehitaman akibat tingginya konsentrasi garam besi dalam sumber air
(Sumber : Manuel *et al.* 2010)

Warna gigi ditentukan oleh kombinasi sifat optik. Ketika cahaya bertemu gigi, empat fenomena yang terkait dengan interaksi gigi dan fluks cahaya dapat digambarkan: (1) transmisi spekular cahaya melalui gigi, (2) refleksi spekular di permukaan, (3) refleksi cahaya difus di permukaan dan (4) penyerapan dan hamburan cahaya dalam jaringan gigi. Warna gigi telah terbukti hasil dari volume hamburan cahaya dalam jaringan gigi. Warna gigi telah terbukti hasil dari volume hamburan cahaya, yaitu iluminasi cahaya mengikuti jalur cahaya yang ireguler melalui gigi sebelum muncul di permukaan gigi dan mencapai mata pengamat. Warna non-putih didominasi hasil dari penyerapan sepanjang jalur ireguler ini dan koefisien penyerapan cahaya oleh jaringan gigi (Joiner, 2003).

Untuk enamel ditemukan bahwa kristal hidroksiapatit berkontribusi yang signifikan untuk hamburan cahaya sedangkan untuk dentin, anisotropi optik membuktikan bahwa tubulus adalah penyebab dominan dari hamburan cahaya. Kekuatan hamburan optik blok enamel diukur sebagai fungsi dari penurunan kandungan mineral dan menemukan bahwa demineralisasi meningkatkan koefisien hamburan dengan faktor sekitar tiga (Joiner, 2003).

Menurut Joiner (2003), banyak metode yang saat ini digunakan untuk menilai warna gigi. Dimulai dari perbandingan subyektif visual yang menggunakan kertas, porselen berwarna atau *shade guide* hingga peralatan pengukuran obyektif menggunakan spektrofotometer, *colorimeter*, dan teknik analisa gambar.

Penentuan warna visual, dengan perbandingan gigi dengan *shade guide* standar, adalah metode yang paling sering digunakan dalam kedokteran gigi. Ini adalah proses subyektif di mana gigi dan panduan warna diamati secara bersamaan di bawah kondisi pencahayaan yang sama. Variabel umum seperti kondisi eksternal cahaya, pengalaman, usia, dan kelelahan mata manusia serta variabel fisiologis seperti buta warna dapat menyebabkan inkonsistensi dan bias. Selain itu, bahasa standar untuk komunikasi visual karakteristik warna dinilai terbatas. Meskipun keterbatasan ini, mata manusia sangat efisien dalam mendeteksi bahkan perbedaan kecil dari warna antara dua benda. Joiner (2003) juga menambahkan bahwa sejumlah metode untuk mengambil warna gigi secara visual telah dijelaskan. Secara umum, warna dasar gigi diwakili hanya sepertiga tengah gigi karena berbagai perubahan warna dari insisal ke daerah gingiva, dan pengamat berpengalaman harus melatih dirinya untuk fokus pada daerah ini. Nilai warna harus dipilih pertama kali dan penataan ulang *shade guide* dari yang paling ringan ke paling gelap dianjurkan. Variasi dasar rona dan kroma kemudian ditentukan.

Meskipun panduan warna untuk prostesis umumnya berfungsi sebagai standar warna yang warna gigi cocok, beberapa kelemahan telah dijelaskan. Untuk contoh, berbagai shade guide yang tersedia tidak memadai dan tidak mencakup ruang warna lengkap warna gigi alami; shade guide tidak sistematis dalam ruang warna gigi; ada kurangnya konsistensi antara dan di dalam dokter gigi dalam pencocokan warna; hasilnya tidak dapat diubah menjadi skala warna CIE (*Commission Internationale de l'Eclairage*, Komisi Internasional untuk Warna dan Pencahayaan); dan tidak ada *shade guide* yang tersedia secara komersial mutlak identik (Chang, 2012).

Menurut Joiner (2003), peralatan seperti spektrofotometer dan *colorimeter* telah digunakan untuk kalibrasi pada bidang industri dan penelitian untuk pengukuran warna dari berbagai bahan dan substrat. Spektrofotometer mengukur satu panjang gelombang pada waktu dari pantulan atau transmisi dari sebuah objek dan telah digunakan untuk mengukur spektrum cahaya tampak pada gigi vital maupun yang telah diekstraksi. *Colorimeter* memiliki filter warna yang mendekati fungsi spektral dari mata pengamat standar dan umumnya dirancang untuk mengukur warna dalam X; Y; Z istilah tristimulus atau nilai CIE. Banyak penelitian gigi pada warna alami gigi *in vitro* dan *in vivo* yang telah dilakukan dengan *colorimeter*. Pengukuran *colorimeter* telah dibandingkan dengan pembacaan spektrofotometer dan dianggap handal dan akurat untuk pengukuran perbedaan warna. Secara umum, *colorimeter* telah menunjukkan pengulangan baik dari pengukuran warna gigi *in vitro* dan *in vivo*. Pendekatan lain untuk mengukur warna gigi adalah melalui analisis komputer dari gambar fotografi. Pendekatan ini telah berhasil digunakan untuk mengevaluasi efek pemutihan produk yang mengandung peroksida dari waktu ke waktu dan mengekspresikan perubahan warna dalam hal nilai-nilai CIE.

2.2.2 Etiologi Perubahan Warna Gigi

A. Perubahan warna ekstrinsik

Perubahan warna ekstrinsik didefinisikan sebagai perubahan warna yang terletak pada permukaan luar struktur gigi dan disebabkan oleh bahan yang melapisi atau bahan ekstrinsik. Penyebab utamanya adalah kromogen yang didapat dari kebiasaan diet seperti minuman anggur, kopi, teh, wortel, jeruk, *licorice*, cokelat, atau tembakau, obat kumur, maupun plak pada permukaan gigi. Perubahan warna ekstrinsik terbagi menjadi dua yaitu perubahan warna langsung dan perubahan warna tidak langsung (Jenssen dan Huy, 2011).

1) Perubahan warna langsung

Penyebab perubahan warna langsung adalah bahan-bahan yang terkumpul bergabung dengan lapisan pelikel sehingga terjadi perubahan warna yang serupa dengan warna dasar kromogen (Jenssen dan Huy, 2011).

2) Perubahan warna tidak langsung

Perubahan warna tidak langsung merupakan perubahan warna karena interaksi kimia pada permukaan gigi (Jenssen dan Huy, 2011).

B. Perubahan warna intrinsik

Pada perubahan warna intrinsik, komposisi struktural atau ketebalan jaringan keras gigi telah berubah. Materi kromogen yang terdapat pada enamel atau dentin bergabung selama odontogenesis atau setelah erupsi. Perubahan warna intrinsik dapat dibagi menjadi dua bagian, karena penyebab sistemik dan penyebab lokal. Perkembangan gigi-geligi dapat terpengaruhi oleh sejumlah penyakit metabolik dan faktor sistemik (Jenssen dan Huy, 2011).

1) Penyebab sistemik

a) Alkaptonuria

Alkaptonuria adalah sebuah kelainan autosomal resesif dari proses pemecahan tirosin, dengan insidensi satu kasus tiap satu juta penduduk di dunia. Hampir pada semua pasien dengan alkaptonuria mengalami degenerasi pada sendi, terutama pada tulang belakang, kemudian juga lutut, pinggang, dan bahu. Berdasarkan laporan kasus terdahulu, kesalahan metabolisme ini kemungkinan menyebabkan perubahan warna kebiruan pada gigi (Jenssen dan Huy, 2011).



Gambar 2.2 Perubahan warna kebiruan pada bagian insisal akibat alkaptonuria (Sumber: Jenssen dan Huy, 2011)

b) *Erythropoietic porphyria* kongenital

Porphyria merupakan sebuah keadaan langka, bersifat resesif autosomal, karena gangguan metabolisme di mana ada kesalahan di metabolisme porfirin yang mengarah ke akumulasi porfirin di sumsum tulang, sel darah merah, urin, feses dan gigi. Perubahan warna gigi menjadi merah-coklat dan berubah menjadi merah berpendar bila terkena sinar ultraviolet (UV) (Watts dan Addy, 2001).



Gambar 2.3 *Erythropoietic porphyria* kongenital (Sumber: Watts dan Addy, 2001)

c) Hiperbilirubinemia kongenital

Hiperbilirubinemia menyebabkan naiknya tingkat bilirubin dan secara kimia didefinisikan bila konsentrasi bilirubin dalam serum lebih besar dari $1,5 \text{ mg}/_{100 \text{ mL}}$. Ketika hiperbilirubinemia terjadi selama masa perkembangan gigi, serum bilirubin kemungkinan terkumpul pada jaringan keras gigi dan menyebabkan pigmentasi hijau (Jenssen dan Huy, 2011).



Gambar 2.4 Pasien dengan Hiperbilirubinemia kongenital giginya berwarna hijau (Sumber: Jenssen dan Huy, 2011)

d) *Amelogenesis imperfecta*

Amelogenesis imperfecta adalah sebuah kumpulan kelainan hereditas yang mempunyai ciri amelogenesis abnormal, meliputi gigi sulung dan gigi permanen. Keadaan ini kemungkinan terkait perubahan morfologis atau biokimia pada tubuh. *Amelogenesis imperfecta* dapat diturunkan melalui kelainan autosomal dominan, autosomal resesif, terkait kromosom X, atau kasus sporadis (Jenssen dan Huy, 2011). Terdapat empat tipe utama *amelogenesis imperfecta* yaitu:



Gambar 2.5 *Amelogenesis imperfecta* yang terjadi pada anak berusia 12 tahun (Sumber: Jenssen dan Huy, 2011)

- (1) Tipe I: *Amelogenesis imperfecta* hipoplastik
Amelogenesis Imperfecta hipoplastik mengakibatkan kurangnya deposisi protein dan pemanjangan *crystallite* sehingga enamel menjadi tipis atau berlubang. Warna gigi bervariasi dari normal hingga kuning cerah kecokelatan (Jenssen dan Huy, 2011).
- (2) Tipe II: *Amelogenesis imperfecta* hipomaturasi
Amelogenesis imperfecta hipomaturasi merupakan defek kualitatif pada enamel akibat kegagalan mekanisme pemisahan protein pada tahap maturasi, sehingga mempengaruhi pertumbuhan *crystallite* baik pemanjangan maupun penebalannya. Gambaran klinisnya bervariasi, dari berwarna putih hingga kuning/cokelat, dan permukaannya dari halus hingga kasar (Jenssen dan Huy, 2011).
- (3) Tipe III: *Amelogenesis imperfecta* hipokalsifikasi
Pada tipe ini ketebalan enamel adalah normal. Sebagai akibat dari ketidaksempurnaan mineralisasi, enamel sering rapuh dan mudah terabrasi sehingga menyebabkan terbukanya dentin. Warna gigi berkisar antara kuning hingga kuning kecokelatan (Jenssen dan Huy, 2011).
- (4) Tipe IV: Hipomaturasi-hipoplastik dengan taurodontia
Hipomaturasi-hipoplastik dengan taurodontia (gigi dengan pemanjangan dan pembesaran ruang pulpa) merupakan *amelogenesis imperfecta* kelainan autosomal dominan. Tipe ini terbagi menjadi dua subtipe:
 - Subtipe IVA, ketebalan enamel berkurang dengan area terhipomineralisasi dan mempunyai banyak pit. Secara klinis molar mempunyai bentuk taurodontia, gigi berwarna putih atau kuning kecokelatan, berbintik-bintik, dan kontak aproksimal dapat hilang.
 - Subtipe IVB, enamel tipis dan hipoplastik dengan area terhipomaturasi. Bentuk taurodontia juga terdapat pada gigi. (Jenssen dan Huy, 2011).

e) *Dentinogenesis imperfecta*

Menurut Watts dan Addy (2001) serta Jensen dan Huy (2011), gigi dengan *dentinogenesis imperfecta* memperlihatkan variasi warna dari kuning hingga biru keabu-abuan dengan translusensi mirip batu ambar. *Dentinogenesis imperfecta* diklasifikasikan menjadi tiga;

(1) *Dentinogenesis imperfecta* tipe I

Dentinogenesis imperfecta tipe I berhubungan dengan *osteogenesis imperfecta*. Gigi menunjukkan perubahan warna keabu-abuan atau kecokelatan (Watts dan Addy, 2001 serta Jensen dan Huy, 2011).

(2) *Dentinogenesis imperfecta* tipe II

Dentinogenesis imperfecta tipe II hanya melibatkan dentin, tidak memberikan defek tulang, serta gejala lainnya mirip dengan tipe I dengan gambaran yang bervariasi (Watts dan Addy, 2001 serta Jensen dan Huy, 2011).

(3) *Dentinogenesis imperfecta* tipe III

Pada *dentinogenesis imperfecta* tipe III terdapat ruang pulpa yang membesar dan secara radiografis dentin tampak sangat tipis. Oleh karena itu semua gigi tampak seperti 'kerang' yang tipis. Selain gambaran tersebut, gigi mungkin tampak seperti pada tipe I dan tipe II (Watts dan Addy, 2001 serta Jensen dan Huy, 2011).



Gambar 2.6 Pandangan insisal penderita *dentinogenesis imperfecta*
(Sumber: Jensen dan Huy, 2011)

f) Tetrasiklin

Mekanisme untuk menjelaskan perubahan warna oleh tetrasiklin adalah kemampuannya membentuk kompleks dengan ion kalsium sehingga disebut *chelation*. Perubahan warna bervariasi, tergantung pada antibiotik yang digunakan, dari kuning atau abu-abu hingga coklat dengan atau tanpa lapisan warna. Klortetrasiklin menyebabkan perubahan warna seperti abu-abu kecokelatan, sementara tetrasiklin, dimetilklortetrasiklin, dan oksitetrasiklin memberikan perubahan warna menjadi kuning. Oksitetrasiklin memberikan perubahan warna yang paling rendah (Watts dan Addy, 2001 serta Jensen dan Huy, 2011).

Gigi yang terkena akan menjadi berwarna kuning pada saat erupsi dan setelah pemaparan cahaya, noda kuning yang berpendar berubah menjadi noda coklat tak berpendar seiring waktu. Terutama gigi yang terpapar cahaya akan semakin gelap, kemungkinan karena terurainya tetra siklin oleh paparan cahaya. Perubahan warna oleh tetrasiklin diklasifikasikan berdasarkan pada luas, derajat, dan lokasi perubahan warna (Jensen dan Huy, 2011),

- a) Derajat satu. Perubahan warna ringan. Tingkat perubahan warna minimal oleh tetrasiklin. Bervariasi dari kuning ke abu-abu tanpa gambaran berlapis-lapis.
- b) Derajat dua. Perubahan warna sedang. Kuning kecokelatan hingga abu-abu gelap yang berlapis-lapis.
- c) Derajat tiga. Perubahan warna berat. Biru keabu-abuan atau hitam yang berlapis-lapis sepanjang gigi.
- d) Derajat empat. Perubahan warna yang lebih berat dan lebih luas.



Gambar 2.7 Pandangan labial penderita yang mengalami perubahan warna gigi akibat tetrasiklin (Sumber: Jensen dan Huy, 2011)

g) Siprofloksasin

Siprofloksasin merupakan antibiotik sintetis dari golongan florokuinolon yang diperkenalkan pada tahun 1981. Obat ini digunakan pada terapi infeksi yang berhubungan dengan *Klebsiella* (yang dapat menyebabkan pneumonia). Berdasarkan laporan kasus tahun 1991, siprofloksasin berhubungan dengan perubahan warna hijau pada gigi (Jensen dan Huy, 2011).

h) Florosis

Konsumsi florit yang berlebihan dapat menginduksi berbagai perubahan warna pada enamel. Gangguan pada pembentukan enamel mungkin terlihat pada opasitas yang mencerminkan porositas pada enamel. Gambaran klinisnya terlihat seperti garis-garis buram berwarna putih dan tipis, sejajar dengan perikimata sepanjang permukaan gigi. Porositas enamel merupakan hasil hipomineralisasi enamel yang terlihat sepanjang stria Retzius. Setelah gigi bererupsi, enamel *chalky white* mungkin berubah ke bentuk yang lebih parah berdasarkan derajat demineralisasi yang merupakan hasil kerusakan mekanis paska-erupsi seperti mastikasi, atrisi, dan abrasi (Watts dan Addy, 2001 serta Jensen dan Huy, 2011).



Gambar 2.8 Gigi penderita fluorosis (Sumber: Jensen dan Huy, 2011)

2) Penyebab lokal

- a) Produk perdarahan pulpa, nekrosis pulpa, sisa jaringan pulpa setelah terapi endodontik, dan kemungkinannya menyebabkan perubahan warna pada gigi

Perubahan warna pada gigi dapat diakibatkan oleh komponen darah, produk hemolisis sel darah merah, sisa jaringan pulpa, bahan pengisi, atau sisa *sealer* yang berpenetrasi jauh ke dalam tubulus dentin. Sebuah perdarahan internal langsung terjadi setelah preparasi mahkota penuh, mempunyai ciri perubahan warna menjadi merah muda pada gigi dengan pulpa vital. Perdarahan intrapulpa dengan sel darah berpenetrasi ke dentin, sebagai contoh dapat juga disebabkan oleh bur dengan rotasi eksentrik. Perubahan warna gigi oleh trauma akan menjadi parah seiring dengan waktu. Jika trauma tidak menyebabkan nekrosis pulpa, perubahan warna dapat pulih. Jika gigi tervaskularisasi maka warna merah muda yang terlihat pada awal trauma dapat menghilang selama 2-3 bulan (Jensen dan Huy, 2011).

Pada sisi yang lain, jika perubahan warna mahkota menjadi kuning, dapat menjadi tanda pembentukan dentin yang berlebih dan sering terlihat setelah trauma minor, terutama pada luksasi (Jensen dan Huy, 2011).



Gambar 2.9 Gigi 11 yang terkena trauma (Sumber: Jensen dan Huy, 2011)

- b) Resorpsi akar

Resorpsi akar adalah sebuah proses pelepasan, patologis atau fisiologis, dari struktur gigi oleh odontoklas. Proses ini dapat diklasifikasikan berdasarkan tempat terjadinya, interna bila resorpsi akar dimulai pada aspek pulpa, eksterna bila dimulai dari luar akar. Secara klinis mungkin terlihat sebagai bintik merah muda (Watts dan Addy, 2001 serta Jensen dan Huy, 2011).

c) Penuaan

Sebagaimana manusia bertambah tua, secara alami dentin sekunder menumpuk dalam gigi, serta enamel dapat menjadi sangat tipis. Ketika enamel semakin tipis, semakin banyak warna gelap dentin yang terlihat. Hal ini dapat menghasilkan perubahan warna gigi secara bertahap ke warna yang lebih gelap seiring dengan bertambahnya usia (Watts dan Addy, 2001 serta Jensen dan Huy, 2011).

d) Enamel hipoplasia

Enamel hipoplasia merupakan kondisi defisiensi amelogenesis yang didapatkan dari kerusakan sel ameloblas. Defek kuantitatif dari enamel hipoplasia pada permukaan gigi terlihat seperti enamel yang tipis; mempunyai pit abnormal satu atau banyak, dangkal atau dalam, berupa goresan atau tersusun secara horisontal; mempunyai *groove* satu atau banyak, sempit atau luas; atau pun kehilangan enamel baik sebagian atau seluruhnya pada permukaan yang seharusnya. Pit dan *groove* selanjutnya akan terpapar bahan pengubah warna dari luar enamel dan sering merambah ke permukaan yang lebih dalam. Ketebalan enamel berkurang dan mempunyai warna yang bersifat translusen atau opak (Jensen dan Huy, 2011).

Defek perkembangan gigi yang juga menarik dalam hal ini adalah hipomineralisasi molar-insisiv (MIH) yang mempunyai gambaran klinis berbeda. MIH menunjukkan opasitas berbatas yang dihasilkan dari mineralisasi tidak sempurna dan merupakan sebuah defek kualitatif pada molar pertama permanen dan insisiv permanen. Opasitas berbatas mempunyai batas yang jelas dan nyata di dekat daerah enamel normal. Batas ini bervariasi dari warna putih, kuning, hingga coklat dan tidak selalu tampak simetris. Jumlah gigi yang terkena juga bervariasi. Dengan catatan, gigi yang terkena mengalami kerusakan paska-erupsi akibat enamel yang lunak dan porus (Jensen dan Huy, 2011).



Gambar 2.10 Enamel hipoplasia pada gigi 11 dan 21 yang terlokalisasi (Sumber: Watts dan Addy, 2001)

e) Keausan gigi dan resesi gingiva

Keausan gigi merupakan kehilangan yang progresif dari lapisan luar enamel dan dentin karena erosi, abrasi, dan atrisi, sementara resesi gingiva merupakan keadaan yang mempunyai ciri retraksi margin gingiva yang memperlihatkan permukaan akar gigi. Ketika enamel semakin tipis maka gigi akan semakin berwarna gelap. Warna dentin akan semakin terlihat dan jika enamel fraktur, atrisi sekunder dapat terjadi lebih cepat, dentin akan terbuka dan warna gigi terlihat lebih tua pada daerah tersebut. Faktor lain yang mungkin mengubah warna gigi adalah fraktur, kehilangan enamel atau keretakan enamel, sebagaimana noda dapat masuk ke dalam gigi (Jensen dan Huy, 2011).

Ketika pada sebuah gigi terjadi resesi gingiva, daerah servikal akan terbuka. Lapisan enamel pada daerah ini tipis, sehingga dentin di bawahnya akan tampak dan mengubah warna gigi. Gigi menjadi semakin berwarna gelap sebagaimana enamel semakin tipis. Sementum yang menutupi akar yang terbuka akan hilang seiring dengan waktu. Sekali dentin terbuka, penetrasi kromogen pada gigi semakin meningkat (Jensen dan Huy, 2011).



Gambar 2.11 Resesi gingiva (Sumber: Jensen dan Huy, 2011)

2.3 Internal Bleaching

2.3.1 Pengertian *Internal Bleaching*

Menurut Santos *et al.* (2009) bleaching merupakan salah satu prosedur yang dapat digunakan untuk merawat perubahan warna, dan umumnya dilakukan pada gigi non-vital. Sedangkan *internal bleaching* merupakan metode konservatif yang telah terbukti, sederhana, dan terjangkau untuk memperbaiki warna pada gigi yang telah mengalami perubahan warna dan telah mendapat perawatan saluran akar, pada keadaan yang telah ditentukan (Lim, 2004)

Bleaching pada gigi yang telah menerima perawatan saluran akar dan menampakkan perubahan warna merupakan pilihan yang lebih konservatif daripada perawatan estetik yang lain seperti penggunaan *crown* atau *veneer*. Selain itu, ketika akan memakai bahan restorasi bebas logam, bleaching pada gigi penyangga dapat sangat berguna untuk meningkatkan hasil akhir penampilan. Karena bahan restorasi tersebut selain hanya mengandalkan pancaran sinar yang tampak, juga warna dari gigi yang direstorasi (Plotino, 2008).

2.3.2 Spektrometri

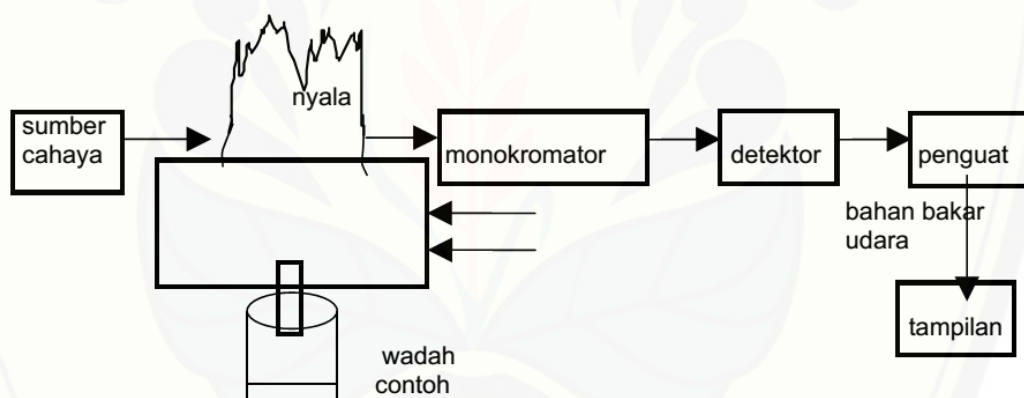
Spektrometri merupakan suatu metode analisis kuantitatif yang pengukurannya berdasarkan banyaknya radiasi yang dihasilkan atau yang diserap oleh spesi atom atau molekul analit. Terdapat beberapa jenis alat pengukuran spektrometri, yaitu spektroskop sinar ultraviolet-sinar tampak, spektroskop inframerah, spektroskop absorpsi atom, dan spektroskop fluoresensi sinar X (Al Anshori, 2005).

Salah satu bagian dari spektrometri ialah Spektrometri Serapan Atom (SSA), merupakan metode analisis unsur secara kuantitatif yang pengukurannya berdasarkan penyerapan cahaya dengan panjang gelombang tertentu oleh atom logam dalam keadaan bebas. Salah satu prinsip spektrometri yaitu apabila cahaya dengan panjang gelombang tertentu dilewatkan pada suatu sel yang mengandung atom-atom bebas yang bersangkutan maka sebagian cahaya tersebut akan diserap dan intensitas penyerapan akan berbanding lurus dengan banyaknya atom bebas

logam yang berada dalam sel. Hubungan antara absorbansi dengan konsentrasi didasarkan pada:

- Hukum Lambert: Bila suatu sumber sinar monokromatik melewati medium transparan, maka intensitas sinar yang diteruskan berkurang dengan bertambahnya ketebalan medium yang mengabsorpsi.
- Hukum Beer: Intensitas sinar yang diteruskan berkurang secara eksponensial dengan bertambahnya konsentrasi spesi yang menyerap sinar tersebut (Al Anshori, 2005).

Pada alat SSA terdapat dua bagian utama yaitu suatu sel atom yang menghasilkan atom-atom gas bebas dalam keadaan dasarnya dan suatu sistem optik untuk pengukuran sinyal. Suatu skema umum dari alat SSA adalah sebagai berikut:



Gambar 2.12 Skema umum komponen pada alat SSA
(Sumber: Al Anshori, 2005)

Dalam metode SSA, sebagaimana dalam metode spektrometri atomik yang lain, contoh harus diubah ke dalam bentuk uap atom. Proses perubahan ini dikenal dengan istilah atomisasi, pada proses ini contoh diuapkan dan didekomposisi untuk membentuk atom dalam bentuk uap. Secara umum pembentukan atom bebas dalam keadaan gas melalui tahapan-tahapan sebagai berikut:

1. Pengisatan pelarut, pada tahap ini pelarut akan teruapkan dan meninggalkan residu padat.
2. Penguapan zat padat, zat padat ini terdisosiasi menjadi atom-atom penyusunnya yang mula-mula akan berada dalam keadaan dasar.
3. Beberapa atom akan mengalami eksitasi ketinggian energi yang lebih tinggi dan akan mencapai kondisi di mana atom-atom tersebut mampu memancarkan energi (Al Anshori, 2005).

2.3.3 Bahan *Bleaching*

Menurut Walton dan Torabinejad (2001), terdapat berbagai bahan yang digunakan dalam bleaching, yaitu sebagai berikut,

a. Hidrogen peroksida

Hidrogen peroksida merupakan pengoksidasi kuat yang tersedia dalam berbagai tingkat kekuatan walaupun yang biasa dipakai adalah larutan yang distabilkan dengan konsentrasi 30-35 persen (*superoxol, perhydrol*). Larutan berkonsentrasi tinggi ini harus dipakai dengan hati-hati karena tidak stabil, kehilangan oksigen dengan cepat, dan bisa meledak kalau tidak disimpan dalam lemari es atau disimpan di tempat gelap. Material ini juga merupakan material kaustik dan dapat membakar jaringan jika berkontak dengannya.

b. Natrium perborat

Material ini dapat diperoleh dalam bentuk bubuk atau dalam berbagai kombinasi campuran komersial. Jika masih baru, bahan ini mengandung kira-kira 95% perborat, yang dapat menghasilkan 9,9% oksigen. Natrium perborat stabil bila dalam keadaan kering, tetapi jika ada asam, air hangat, atau air, akan berubah menjadi natrium metaborat, hidrogen peroksida, dan oksigen dalam bentuk gas. Preparat natrium perborat yang biasa digunakan adalah yang bersifat alkali dan pH-nya bergantung pada jumlah H_2O_2 yang dilepaskan dan natrium metaborat yang tersisa.

c. Karbamid peroksida

Karbamid peroksida, juga dikenal sebagai hidrogen peroksida urea, dapat diperoleh dalam berbagai konsentrasi antara 3 dan 15 persen. Preparat komersial yang terkenal mengandung kira-kira 10% karbamid peroksida dengan pH rata-rata 5 sampai 6,5. Biasanya juga mengandung gliserin atau propilen glikol, natrium stannat, asam fosfat atau asam sitrat, dan aroma. Dalam beberapa preparat, ditambahkan *carbopol*, suatu resin yang larut dalam air, untuk memperlama pelepasan peroksida aktif dan meningkatkan masa penyimpanannya. Karbamid peroksida 10% akan terurai menjadi urea, amonia, karbondioksida, dan sekitar 3,5% hidrogen peroksida.

Sistem karbamid peroksida digunakan pada eksternal bleaching dan dikaitkan dengan berbagai derajat kerusakan gigi dan jaringan lunak sekitarnya (biasanya ringan). Material ini dapat mempengaruhi kekuatan ikatan resin komposit serta penutupan tepinya. Oleh karena itu, material ini harus dipakai dengan hati-hati, biasanya di bawah pengawasan ketat dokter gigi.

d. Agen pengoksidasi lain

Dahulu bahan natrium peroksiborat monohidrat yang melepaskan oksigen lebih banyak dibandingkan natrium perborat, dianjurkan untuk dipakai pada *internal bleaching*. Sekarang, secara klinis tidak umum digunakan lagi.

Natrium hipoklorit merupakan bahan irigasi saluran akar yang bisa diperoleh di pasaran sebagai bahan pemutih untuk keperluan rumah tangga dengan konsentrasi 3-5,25%. Meskipun dipakai sebagai bahan pemutih, bahan ini tidak melepaskan cukup oksidator yang efektif dan tidak dianjurkan dipakai sebagai bahan pemutih gigi.

Ada pula beberapa agen pemutih non-peroksida yang dianjurkan dipakai secara klinis tetapi ternyata tidak lebih efektif dibandingkan agen tradisional.

2.3.4 Komplikasi Akibat *Internal Bleaching*

Bleaching dapat mempunyai efek yang merugikan baik secara lokal maupun sistemik. Kemungkinan efek lokal yang merugikan adalah pada jaringan keras gigi dan mukosa, sensitivitas gigi ketika bahan *bleaching* berkontak dengan gigi vital, interaksi dengan bahan perekat, resorpsi eksterna, kerusakan restorasi komposit, serta terlarutnya bahan perawatan gigi (Plotino, 2008).

Laporan klinis dan pemeriksaan secara histologis menunjukkan bahwa *internal bleaching* biasanya merangsang resorpsi eksterna (Walton, 2001). Terjadinya resorpsi eksterna pada daerah servikal merupakan komplikasi serius setelah dilakukan *internal bleaching*.

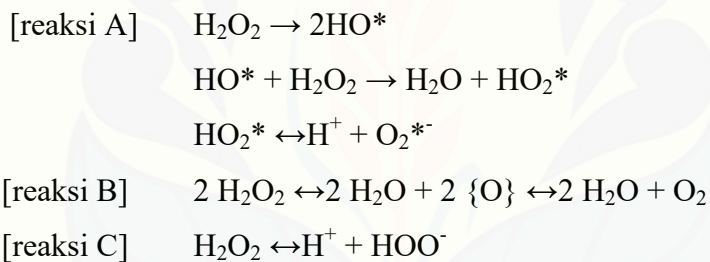
Difusi hidrogen peroksida ke jaringan servikal ditingkatkan oleh berbagai faktor predisposisi. Penelitian dan laporan kasus mengindikasikan bahwa faktor-faktor tersebut berhubungan dengan terjadinya resorpsi servikal. Sebuah penjelasan yang mungkin adalah hidrogen peroksida dapat dengan mudah melakukan penetrasi ke jaringan periodontal karena tubulus dentin yang terbuka lebar pada gigi yang masih muda. Dilaporkan juga bahwa terdapat peningkatan difusi hidrogen peroksida ke jaringan servikal setelah perawatan pada ruang pulpa dengan NaOCl 5% (Plotino, 2008).

2.3.5 Reaksi Bahan *Bleaching* terhadap Kalsium Hidroksiapatit

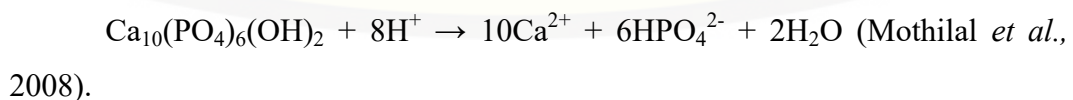
Pada *bleaching* terjadi proses penghilangan warna atau pemutihan yang terjadi pada larutan atau pada sebuah permukaan. Materi pemberi warna pada larutan atau permukaan tersebut khususnya dari bahan organik yang mempunyai rantai konjugasi diperpanjang dari ikatan bolak-balik tunggal maupun ganda dan sering mempunyai cincin heteroatom, karbonil, dan fenil pada sistem yang terkonjugasi, serta sering disebut sebagai *chromophore*. *Bleaching* dan penghilangan warna dari *chromophore* dapat terjadi dengan merusak satu atau lebih ikatan ganda pada rantai konjugasi, membelah rantai konjugasi, atau dengan oksidasi bagian kimia lain pada rantai konjugasi. Hidrogen peroksida dapat mengoksidasi sebagian besar dari senyawa organik dan anorganik (Mothilal *et al.*, 2008).

Mekanisme dari berbagai reaksi tersebut bermacam-macam dan tergantung pada substrat, lingkungan reaksi, dan katalis. Secara umum, mekanisme *bleaching* oleh hidrogen peroksida tidak begitu dimengerti dan dapat membentuk sejumlah oksigen yang berbeda tergantung pada kondisi reaksi, termasuk temperatur, keasaman (pH), cahaya, dan terdapatnya logam golongan transisi (Mothilal *et al.*, 2008).

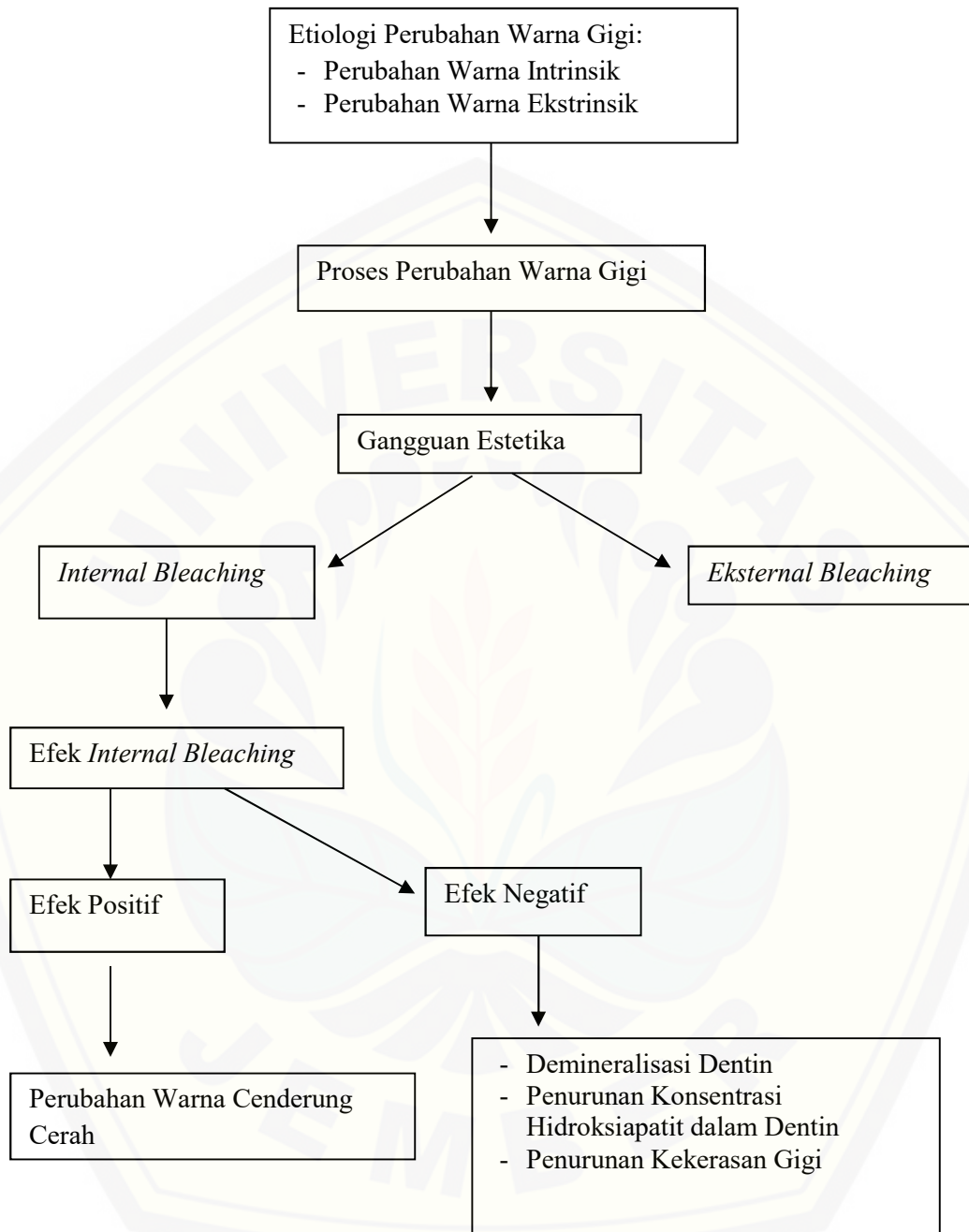
Proses oksidasi senyawa organik pemberi warna oleh hidrogen peroksida merupakan reaksi dari rangkaian yang kompleks. Reaksi tersebut berdasarkan rangkaian pembentukan radikal bebas seperti hidroksil (HO*), perhidroksil radikal (HO₂*), dan anion superoksida (O₂⁻) [reaksi A]; molekul oksigen reaktif {O} yang tidak stabil dan berubah menjadi oksigen [reaksi B]; serta anion hidrogen peroksida (HOO⁻) [reaksi C] (Wang, 2008).



Mothilal (2008) juga menjelaskan bahwa reaksi kimia antara hidrogen peroksida dan hidroksiapatit terjadi pada lingkungan asam karena menggunakan kation hidrogen (H⁺) yang berasal dari rangkaian reaksi oksidasi hidrogen peroksida yang menghasilkan kation kalsium (Ca²⁺), anion asam fosfat (HPO₄²⁻), dan air (H₂O), sebagaimana persamaan berikut:



2.4 Kerangka Konsep Pemikiran



Gambar 2.13 Kerangka konsep pemikiran

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratoris, yaitu penelitian yang ditujukan untuk mencari hubungan sebab akibat dengan memberikan intervensi atau memanipulasi variabel dari satu kelompok atau lebih serta mengendalikan faktor yang dapat mempengaruhi hubungan sebab akibat kemudian membandingkan dengan kelompok kontrol yang tidak dimanipulasi atau diintervensi aktif.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Uji Material Fakultas Teknik Universitas Jember, Laboratorium Patologi Anatomi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember, dan Laboratorium *Bioscience* Rumah Sakit Gigi dan Mulut Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember pada bulan Mei 2016.

3.3 Variabel Penelitian

3.3.1 Variabel bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah konsentrasi bahan *internal bleaching* yakni hidrogen peroksida (H_2O_2) sebesar 5,3%, 20%, dan 35%.

3.3.2 Variabel terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah tingkat kelarutan kalsium dentin dan kekerasan gigi premolar manusia.

3.3.3 Variabel terkontrol

Variabel terkontrol dalam penelitian ini adalah:

- a. Jenis elemen gigi yang digunakan
- b. Cara penyimpanan elemen gigi
- c. Pembersihan jaringan pulpa
- d. Dosis bahan *internal bleaching*
- e. Prosedur penempatan bahan *internal bleaching*
- f. Cara pengukuran tingkat kelarutan kalsium dentin

- g. Cara pemotongan elemen gigi
- h. Ukuran potongan elemen gigi
- i. Cara pengukuran kekerasan gigi
- j. Volume cairan pencucian ruang pulpa

3.3.4 Variabel Tidak Terkendali

Variabel tidak terkendali dalam penelitian ini adalah:

- a. Warna asli elemen gigi
- b. Volume ruang pulpa pada elemen gigi

3.4 Definisi Operasional

3.4.1 Kelarutan Kalsium

Kelarutan kalsium adalah kemampuan bahan kalsium yang terlepas dari matriks dentin dan larut pada pelarut (aquades) untuk membentuk larutan homogen dinyatakan dalam satuan ppm (*parts per million*).

3.4.2 Kalsium Dentin

Kalsium dentin adalah unsur mineral yang membentuk senyawa hidroksiapatit pada gigi.

3.4.3 Tingkat Kekerasan Gigi

Tingkat kekerasan gigi adalah tingkat kemampuan gigi dalam menerima beban maksimal. Diuji menggunakan alat uji elektrik dengan ujung pen penguji terletak 2 mm dari garis bukal terluar. Satuan yang digunakan adalah *Hardness of Brinell* (HB).

3.4.4 *Internal bleaching*

Internal bleaching adalah suatu prosedur pemutihan gigi selama 7 hari (Plotino, *et al.*, 2008) dengan penempatan bahan aktif yaitu hidrogen peroksida pada ruang pulpa dengan konsentrasi 5,3%, 20%, dan 35%.

3.5 Sampel Penelitian

Sampel pada penelitian ini adalah gigi premolar atas (kiri/kanan) hasil ekstraksi pada perawatan orthodonti.

3.5.1 Kriteria sampel yang akan digunakan

- a. Gigi 14 atau 24
- b. Foramen apikal gigi telah menutup
- c. Secara visual mahkota dan akar elemen gigi dalam keadaan utuh
- d. Tidak ditemukan kelainan anatomis pada struktur elemen gigi

3.5.2 Jumlah sampel penelitian

Jumlah sampel yang digunakan pada penelitian ini menggunakan rumus sampel minimal dalam penelitian eksperimental (Frederer, 1955) sebagai berikut:

$$(t-1)(r-1) \geq 15$$

Keterangan:

- t : banyaknya jumlah perlakuan
r : jumlah replikasi

$$(t-1)(r-1) \geq 15$$

$$(4-1)(r-1) \geq 15$$

$$3(r-1) \geq 15$$

$$3r-3 \geq 15$$

$$3r \geq 18$$

$$r \geq 6$$

Jadi jumlah sampel yang digunakan adalah 6 buah gigi pada setiap kelompok dengan total 24 gigi untuk 4 kelompok. Kelompok A aquades + natrium perborat, kelompok B H₂O₂ 5,3% + natrium perborat, kelompok C H₂O₂ 20% + natrium perborat, dan kelompok D H₂O₂ 35 + natrium perborat.

3.6 Bahan

- a. Elemen gigi premolar
- b. Balok malam
- c. Semen *glass ionomer* tipe 2 (GC Corp.)
- d. Hidrogen peroksida 50% (UD. Aneka Kimia Jember)
- e. Natrium perborat (CV. Sinar Kimia Tangerang)
- f. *Cotton pellet*
- g. Aquades steril (Otsuka Indonesia)
- h. Resin akrilik
- i. Tumpatan sementara *Cavition* (GC Corp.)

3.7 Alat

- a. Gelas kimia
- b. Bur intan
- c. Ekskavator
- d. Spatula semen
- e. Glass plate
- f. Pinset
- g. *Dental explorer*
- h. Pipet ukur
- i. Timbangan elektrik
- j. Mini grinder straight handpiece
- k. *Separator disk*
- l. Penggaris
- m. Spektrofotometer UV-visual (BOECO model S-22)
- n. Alat uji kekerasan elektrik (Time Hardness Tester, TH120)

3.8 Prosedur Penelitian

3.8.1 Tahap persiapan spesimen

a. Menyiapkan gigi pada balok malam

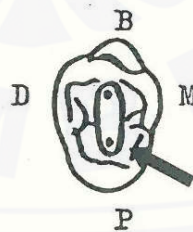
Gigi yang akan dilakukan perlakuan ditanam ke dalam balok malam dengan ukuran 85mm x 20mm x 20mm, masing-masing balok malam terdiri dari 6 sampel gigi 14/24, dengan jumlah total 4 balok malam.



Gambar 3.1 Penyusunan sampel gigi pada balok malam

b. Membuat outline pada bagian oklusal gigi

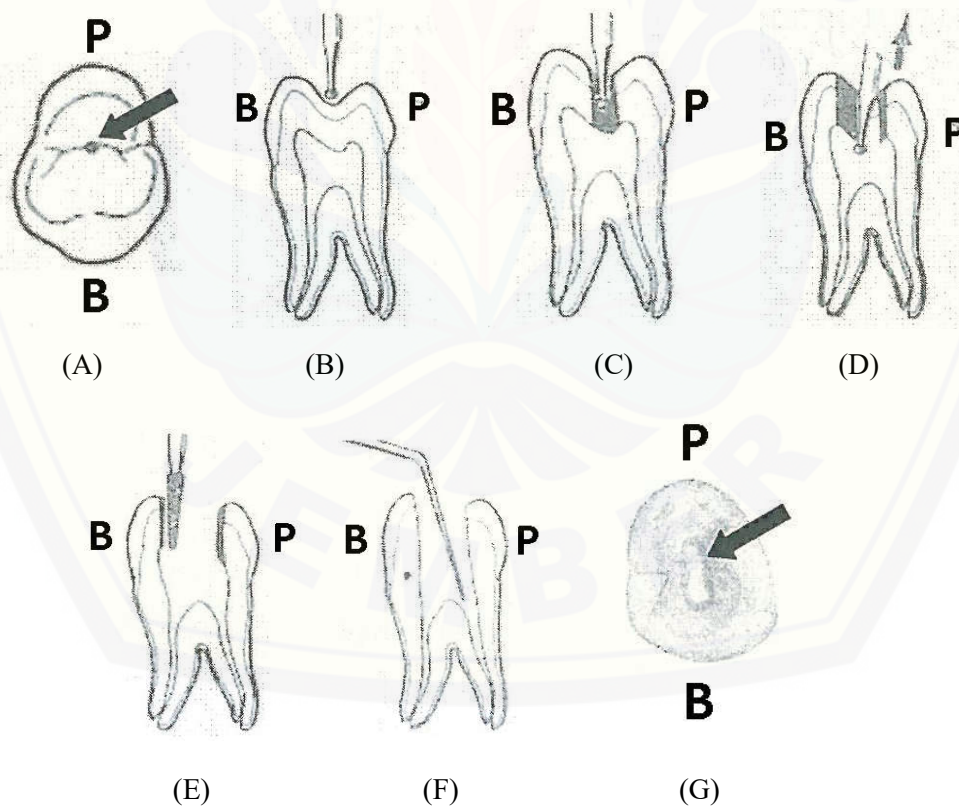
Pada gigi yang dijadikan sampel digambar *outline cavity entrance* berbentuk oval memanjang dengan arah bukal-palatal sesuai dengan proyeksi ruang pulpa gigi 14 dan 24.



Gambar 3.2 Outline gigi premolar pertama atas

c. *Cavity entrance*

Dengan memperhatikan *outline cavity entrance*, bur bulat diletakkan di tengah permukaan oklusal antara *cusp* bukal dan palatal (A), serta bur diarahkan ke dalam searah dengan sumbu panjang gigi (B). Selanjutnya dengan posisi lurus terhadap panjang gigi, dentin ditembus sampai ke dalam kamar pulpa (C). Bur bulat ditempatkan di samping dinding kamar pulpa dan memotong ke arah oklusal untuk mengambil atap pulpa (D). Atap kamar pulpa yang masih tertinggal diambil dengan menggunakan *fissure diamond bur* sekaligus menghaluskan dinding kavitas oklusal (E). Kavitas diperiksa menggunakan *dental explorer* untuk memastikan atap pulpa terangkat semua (F). Perhatikan arah bukal (B) dan palatal (P). Sebagaimana gambar 3.3.



Gambar 3.3 Preparasi *cavity entrance*

d. Membuang jaringan nekrotik di dalam ruang pulpa dengan ekskavator sampai batas *orifice*

e. *Sealing* dengan *Glass Ionomer (GI)*

Campurkan GI konvensional dengan rasio *powder to liquid* hingga membentuk konsentrasi *putty*. Tempatkan setebal 1 mm dari *orifice* untuk memastikan *orifice* telah tertutup dan terisolasi dari ruang pulpa. Semen GI yang telah *setting* lalu dihaluskan untuk mencegah adanya *undercut*.

3.8.2 Tahap persiapan *bleaching*

a. Membuat larutan H₂O₂ 5,3%, 20%, dan 35%

Larutan H₂O₂ 5,3%, 20%, dan 35% dibuat dari larutan H₂O₂ 50% dengan cara pengenceran untuk mendapatkan larutan sebanyak 25 ml menggunakan rumus $M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$ dengan M_1 =konsentrasi sebelum pengenceran, V_1 =volume sebelum pengenceran, M_2 =konsentrasi setelah pengenceran, dan V_2 =volume setelah pengenceran.

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$50 \times V_1 = 5,3 \times 25$$

$$50 V_1 = 132,5$$

$$V_1 = \frac{132,5}{50}$$

$$V_1 = 2,65 \text{ ml}$$

Untuk mendapatkan larutan H₂O₂ 5,3% sebanyak 25 ml dilakukan dengan cara mengambil 2,65 ml larutan H₂O₂ 50% ke dalam gelas kimia dan ditambahkan aquades hingga volume total berjumlah 25 ml.

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$50 \times V_1 = 20 \times 25$$

$$50 V_1 = 500$$

$$V_1 = \frac{500}{50}$$

$$V_1 = 10 \text{ ml}$$

Untuk mendapatkan larutan H_2O_2 20% sebanyak 25 ml dilakukan dengan cara mengambil 10 ml larutan H_2O_2 50% ke dalam gelas kimia dan ditambahkan aquades hingga volume total berjumlah 25 ml.

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$50 \times V_1 = 35 \times 25$$

$$50 V_1 = 875$$

$$V_1 = \frac{875}{50}$$

$$V_1 = 17,5 \text{ ml}$$

Untuk mendapatkan larutan H_2O_2 35% sebanyak 25 ml dilakukan dengan cara mengambil 17,5 ml larutan H_2O_2 50% ke dalam gelas kimia dan ditambahkan aquades hingga volume total berjumlah 25 ml.

- b. Menimbang bubuk natrium perborat sebanyak 200 mg pada timbangan digital seperti pada gambar 3.4.

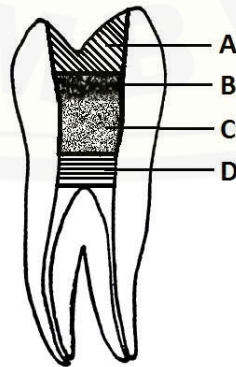


Gambar 3.4 Menimbang 200 mg natrium perborat

3.8.3 Tahap *bleaching*

a. Aplikasi bahan *bleaching*

- Untuk masing-masing sampel pada kelompok A, campurkan 0,1 ml aquades dengan 200 mg natrium perborat hingga menjadi pasta dan masukkan ke dalam ruang pulpa kemudian masukkan *cotton pellet* berukuran kecil.
- Untuk masing-masing sampel pada kelompok B, campurkan 0,1 ml larutan H₂O₂ 5,3% dengan 200 mg natrium perborat hingga menjadi pasta dan masukkan ke dalam ruang pulpa kemudian masukkan *cotton pellet* berukuran kecil.
- Untuk masing-masing sampel pada kelompok C, campurkan 0,1 ml larutan H₂O₂ 20% dengan 200 mg natrium perborat hingga menjadi pasta dan masukkan ke dalam ruang pulpa kemudian masukkan *cotton pellet* berukuran kecil.
- Untuk masing-masing sampel pada kelompok D, campurkan 0,1 ml larutan H₂O₂ 35% dengan 200 mg natrium perborat hingga menjadi pasta dan masukkan ke dalam ruang pulpa kemudian masukkan *cotton pellet* berukuran kecil.
- Setelah itu semua kavitas ditutup dengan tumpatan sementara dan dimasukkan dalam inkubator bersuhu 37°C selama 7 hari. Perhatikan letak basis (D), bahan *bleaching* (C), *cotton pellet* (B), dan tumpatan sementara (A) pada gambar 3.5.

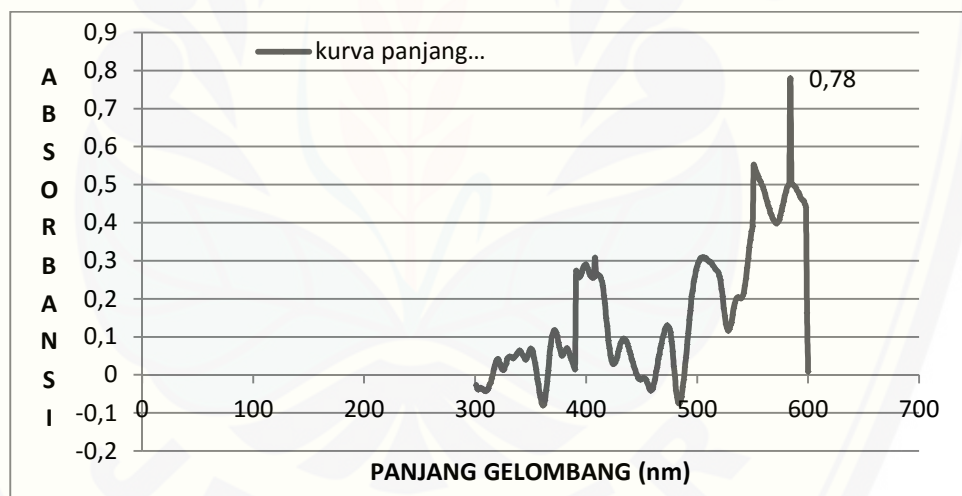


Gambar 3.5 Skema aplikasi bahan *bleaching*

3.8.4 Tahap spektrofotometri

- a. Tumpatan sementara dibongkar kemudian ruang pulpa dicuci menggunakan aquades 50 ml untuk tiap sampel gigi dan ditampung ke dalam gelas kimia beserta *cotton pellet* penutupnya.
- b. Menentukan panjang gelombang ukur spektrofotometer

Panjang gelombang ukur merupakan panjang gelombang yang digunakan untuk mengukur absorbansi pada sampel. Penentuannya dilakukan dengan cara mengukur absorbansi larutan baku kalsium (menggunakan CaCl_2) 10 ppm pada rentang panjang gelombang 301nm – 600nm. Panjang gelombang ukur ditentukan dengan panjang gelombang yang mempunyai bilangan absorbansi tertinggi. Hasil pengukuran yang telah dilakukan dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3.6 Kurva Hasil Pengukuran Panjang Gelombang

Hasil pengukuran terhadap larutan baku kalsium 10 ppm menunjukkan pada panjang gelombang 584 nm mempunyai bilangan absorbansi tertinggi yaitu 0,78 sehingga pada tahap selanjutnya panjang gelombang ukur untuk kelarutan kalsium adalah 584 nm.

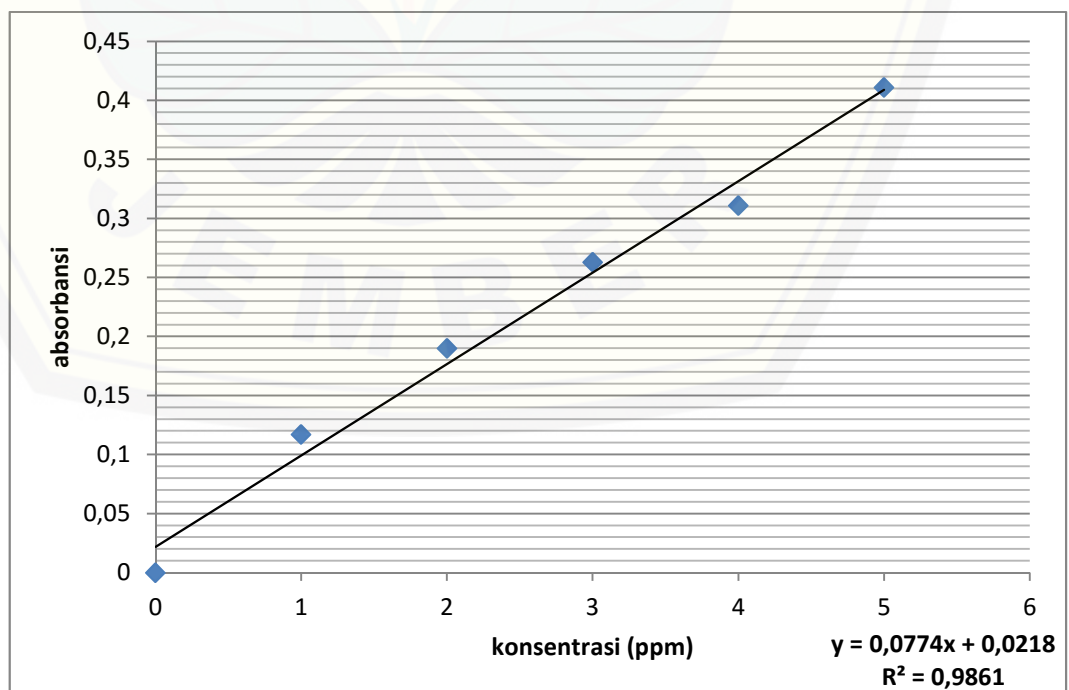
c. Menentukan rumus kurva linier larutan baku

Rumus kurva linier larutan baku digunakan sebagai dasar perhitungan penentuan konsentrasi larutan berdasarkan bacaan bilangan absorbansi pada spektrofotometer. Untuk menentukannya dilakukan serangkaian pengukuran berturut-turut mulai dari aquades, larutan baku kalsium 1 ppm, 2 ppm, 3 ppm, 4 ppm, dan 5 ppm pada panjang gelombang 584 nm kemudian dibuat grafik hasil pengukurannya.

Tabel 3.2 Hasil Pengukuran Larutan Baku Kalsium

konsentrasi kalsium (ppm)	Absorbansi
0	0
1	0,117
2	0,19
3	0,263
4	0,311
5	0,411

Keterangan: 0 ppm kalsium=aquades



Gambar 3.7 Kurva Linier Hasil Pengukuran Larutan Baku Kalsium

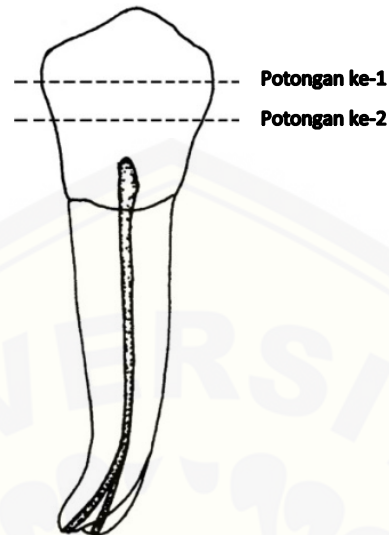
Hasil pengukuran absorbansi larutan baku kalsium dan pembuatan grafiknya menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi kalsium larutan baku memiliki sifat linier, sehingga bisa didapatkan rumus $y = 0,0774x + 0,0218$ dengan x =konsentrasi y =absorbansi. Rumus tersebut digunakan untuk menghitung konsentrasi kalsium terlarut pada sampel berdasarkan bacaan absorbansi pada spektrofotometer.

d. Penghitungan tingkat kelarutan kalsium dentin

Penghitungan tingkat kelarutan kalsium dentin didasarkan pada larutan hasil pencucian ruang pulpa oleh aquades sebanyak 50 ml tiap sampel. Larutan tersebut Cairan sampel diukur absorbansinya dengan panjang gelombang 584 nm pada spektrofotometer kemudian dihitung konsentrasinya menggunakan rumus $y = 0,0774x + 0,0218$ dengan x =konsentrasi y =absorbansi.

3.8.5 Tahap pemotongan spesimen

- a. Gigi yang telah dilakukan spektrometri disiapkan untuk dipotong dan diambil sepertiga tengah mahkota dengan ketebalan 4 mm.
- b. Sebelum dipotong, gigi terlebih dahulu difiksasi dalam resin akrilik untuk memudahkan pemotongan.
- c. Pemotongan dilakukan dengan *diamond disk*. Potongan pertama dengan memotong sepertiga oklusal gigi, kemudian potongan kedua dengan memotong sepertiga servikal. Sehingga diperoleh dua bagian sepertiga tengah gigi seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.8.



Gambar 3.8 Skema pemotongan sampel mahkota gigi premolar pertama atas

- 3.8.6 Tahap pengukuran kekerasan dentin gigi dengan alat uji kekerasan elektrik
- Potongan gigi dengan ketebalan 4mm diletakkan pada meja ukur
 - Arahkan pen penekan tepat pada 2mm dari garis tengah bukal terluar spesimen
 - Jalankan alat dan catat bilangan pada layar *display* tepat pada alat berbunyi.

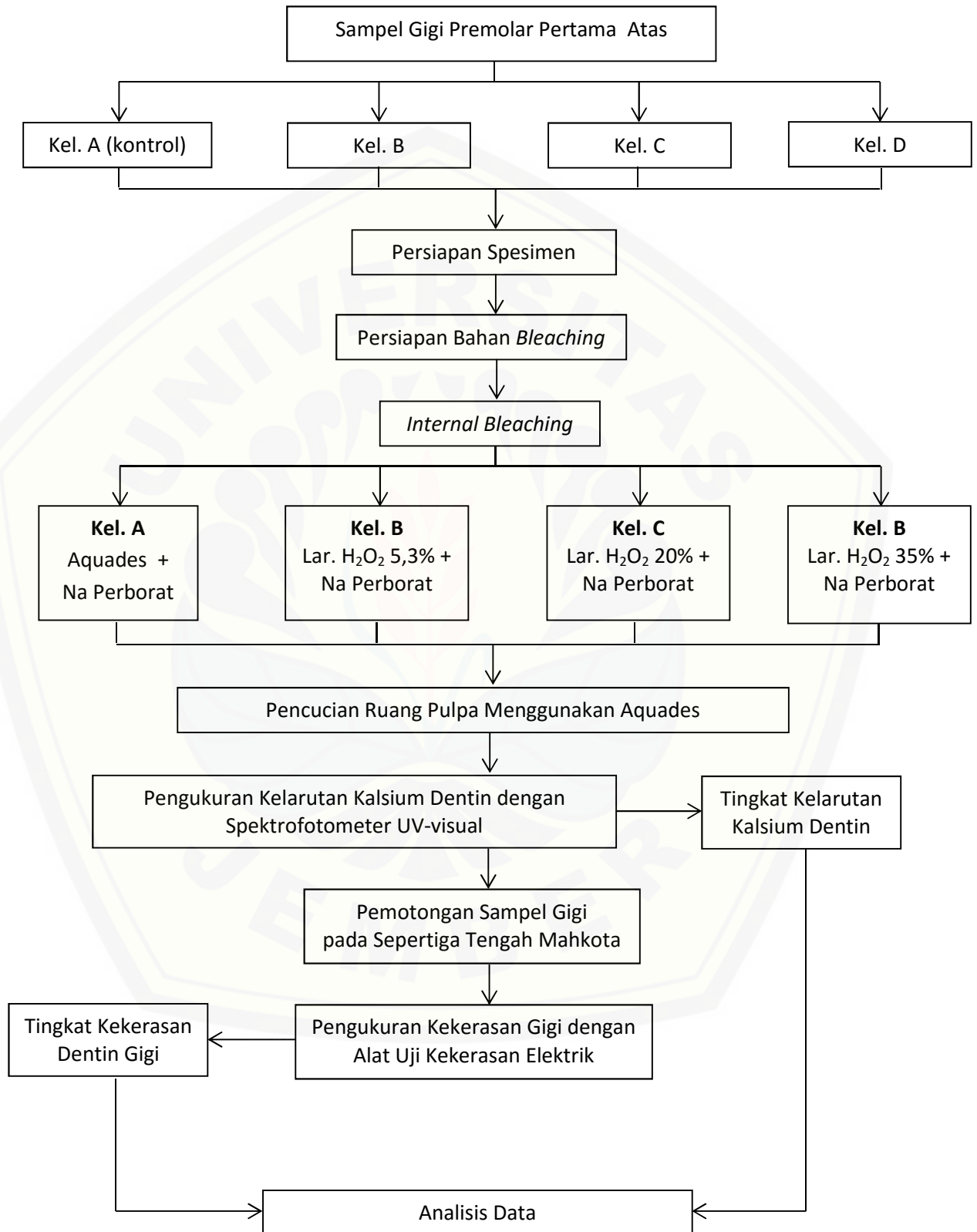


Gambar 3.9 Proses pengukuran kekerasan permukaan dentin gigi dengan menggunakan alat uji kekerasan elektrik (Time Hardness Tester, TH120).

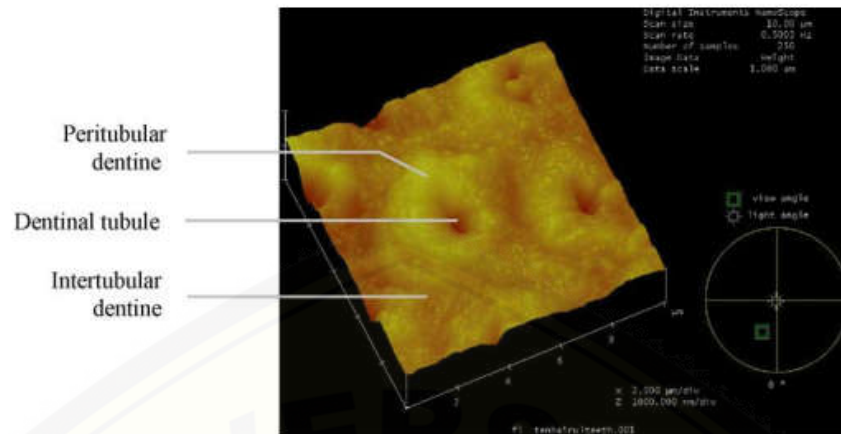
3.9 Analisis Data

Data yang diperoleh secara kuantitatif dari hasil pembacaan alat uji tekan dan spektrometri dilakukan uji homogenitas *Kolmogorov-Smirnov* dan normalitas Levene-statistik. Hasil kedua uji tersebut menunjukkan $\alpha > 0,01$ maka analisa diteruskan menggunakan analisa uji *one-way* ANOVA untuk mengetahui dua perlakuan pada penelitian ini mempunyai pengaruh yang sama atau tidak terhadap tingkat kekerasan dan kelarutan kalsium. Hasil uji *one-way* ANOVA menunjukkan hasil yang signifikan maka dilakukan uji lanjutan LSD ($\alpha = 0,01$) untuk mengetahui signifikansi hasil antar kelompok beda perlakuan. Uji statistic tersebut dilakukan dengan bantuan *software* SPSS *for Windows* versi 18.s.

3.9 Alur Penelitian



Gambar 3.10 Alur penelitian



Gambar 4.3 Resesi intertubular dentin setelah aplikasi H_2O_2
(Sumber : Chng *et al.*, 2002)

Pendapat ini juga dikuatkan oleh Kidd (2005) dan Wang *et al.* (2008) yang menyatakan bahwa proses pelepasan ion kalsium terjadi dalam keadaan asam. Pelepasan kalsium dari apatit kemungkinan terjadi melalui difusi atom pada *apatite channel* melewati *crystallographic c-axis intercrystallite*, dan *inter-rod special voids*. Ketika ion kalsium terlepas, kristal hidroksiapatit mengkerut, sehingga ruang antar kristal melebar dan jaringan menjadi porus. Ruang antar kristal tersebut diisi oleh air, protein, dan lipid. Jadi proses *bleaching* tersebut akan melemahkan ikatan Ca-O dalam kristal apatit dan merusak komponen organik dasar pada gigi.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan tentang tingkat kelarutan kalsium dentin dan kekerasan gigi setelah dilakukan *internal bleaching* dapat disimpulkan bahwa prosedur *internal bleaching* dengan bahan aktif hidrogen peroksida dengan konsentrasi 5,3%, 20%, dan 35% dapat meningkatkan kelarutan kalsium dentin dan menurunkan kekerasan dentin gigi akibat pelepasan kalsium dari dentin gigi yang sebanding dengan peningkatan konsentrasi bahan aktif *internal bleaching* hidrogen peroksida.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian disarankan bahwa:

- a) Perlu dilakukan penelitian mengenai bahan-bahan yang tersedia dalam bentuk sediaan paten yang lain untuk *internal bleaching*.
- b) Perlu dilakukan penelitian mengenai kerusakan gigi lain yang lebih spesifik akibat *internal bleaching*.
- c) Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai pengaruh ion radikal bebas hidrogen peroksida terhadap struktur gigi lain.
- d) Perlu dilakukan penelitian menggunakan sampel dari elemen gigi lain dan elemen yang dipersiapkan untuk restorasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Anshori, J. 2005. *Spektrometri Serapan Atom*. Bandung: Jurusan Kimia FMIPA Universitas Padjadjaran.
- Allen, J., Masoud, M., Tordik, P., dan Molinaro, J. 2011. Non-Vital Bleaching. Naval Postgraduate Dental School, Clinical Update, 33 (1): No. 9.
- Boskey, A. L. 2007. Mineralization of Bones and Teeth. *Elements*, 3 (6): 387-393.
- Chng, H. K., Ramli, H.N., Yap, A.U.J., dan Lim, C.T. 2005. Effect of Hydrogen Peroxide on Intertubular Dentine. *Journal of Dentistry*, 33 (1): 363-369.
- Duschner H. J., Gotz H., Kozak K. M., dan White D. J. 2000. Effects of Peroxide Tooth Bleaching on Enamel and Dentin Ultrastructure. Research presented at the 78th General Session of the IADR, April 5-8, 2000.
- Hand, A. R. dan Frank, M. E. 2014. *Fundamentals of Oral Histology and Physiology*. New Jersey: Wiley Blackwell, John Wiley & Sons, Inc.
- Jenssen, L. dan Huy, Q T. 2011. *Classification of Severe Tooth Discolorations and Treatment Options*. Tesis. Tromso: University of Tromso.
- Joiner, A. 2004. Tooth Colour: a Review of the Literature. *Journal of Dentistry*, 32 (1): 3-12.
- Joiner, A. 2006. The Bleaching of Teeth: a Review of the Literature. *Journal of Dentistry*, 34 (1): 412-419.
- Khozeimeh, F., Khademi H., dan Ghalayani, P. 2008. The Prevalence of Etiologic Factors for Tooth Discoloration in Female Students in Isfahan High Schools. *Dental Research Journal*, 5 (1): 13-16.
- Kidd, E. A. M. 2005. *Essentials of Dental Caries—3rd Edition*. Oxford: Oxford University Press.
- Klages, U., Bruckner, A., dan Zentner, A. 2004. Dental Aesthetics, Self-Awareness, and Oral Health-Related Quality of Life in Young Adults. *European Journal of Orthodontics*, 26 (5): 507-514.
- Li, L., Pan, H., Tao, J., Xu, X., Mao, C., Gu, X., dan Tang, R. 2008. Repair of Enamel by Using Hydroxyapatite Nanoparticles as the Building Blocks. *Journal of Materials Chemistry*, 18 (1): 4079–4084.
- Lim, M. Y., Lum, S. O. Y., Poh, R. S. C., Lee, G. P., dan Lim, K. C. 2004. An in Vitro Comparison of the Bleaching Efficacy of 35% Carbamide Peroxide

- with Established Intracoronal Bleaching Agents. *International Endodontic Journal*, 37 (1): 483–488.
- Manuel, ST, Abhishek, P, dan Kundabala, M. 2010. Etiology of Tooth Discoloration- a Review. *Nig Dent J*, 18 (2): 56-63
- Mothilal Venkatesan, S., Narayan, G. S., Ramachandran, A. K., dan Indira, R. 2012. The Effect of Two Bleaching Agents on the Phosphate Concentration of the Enamel Evaluated by Raman Spectroscopy: an ex Vivo Study. *Contemporary Clinical Dentistry*, 3 (sup. 2): S172-S176.
- Murthy, C. S., Sudhanva, M. E., Rao, R., dan Vishwas B. V. 2011. Combined Approach for Tooth Whitening: a Case Report. *Int. Journal of Clinical Dental Science*, 2 (4): 69-71.
- Nanci, A. 2013. *Ten Cate's Oral Histology-8th Edition*. St. Louis: Mosby, Elsevier Inc.
- Parveen, N., Ahmed, B., Bari, A., dan Butt, A. M. 2011. Oro Dental Health: Awareness and Practices. *JUMDC*, 2 (2): 5-10.
- Plotino, G., Buono, L., Grande, N. M., Pameijer, C. H., dan Somma F. 2008. Nonvital Tooth Bleaching: a Review of the Literature and Clinical Procedures. *JOE*, 34 (4): 394-407.
- Santos, J. N., de Oliveira, D. P., Dametto, F. R., de Almeida Gomes, B. P. F., Zaia, A. A., de Almeida, J. F. A., dan Ferraz, C. C. R. 2009. Surface Morphology Alterations in Bovine Dentin Exposed to Different Bleaching Agents. *Braz J Oral Sci.*, 8 (1): 25-29.
- Scientific Committee on Consumer Safety (SCSS) European Commission, Directorate-General for Health and Consumers. 2010. Opinion on Sodium Perborate and Perboric Acid. Opinion adopted at its 7th plenary meeting of 22 June 2010.
- Sperber, G. H. 1991. *Embriologi Kraniofasial, Edisi 4*. Alih Bahasa oleh Lilian Yuwono. Jakarta: Hipokrates.
- Walton, R. E. dan Torabinejad, M. 2003. *Prinsip & Praktik Ilmu Endodonsia, Edisi 3*. Alih Bahasa oleh Narlan Sumawinata. Jakarta: EGC
- Wang, X. 2008. *Structural Aspects of Bleaching and Fluoride Application on Dental Enamel*. Desertasi. Hamburg: University of Hamburg.
- Wang, X., Mihailova, B., Klocke, A., Fittschen, U. E. A., Heidrich, S., Hill, M., Stosch, R., Güttler, B., Broekaert, J. A. C., Bismayer, U. 2012. Side Effects of a Non-peroxide-based Home Bleaching Agent on Dental Enamel. *Journal of Biomedical Research Part A*, 88 (A): 195-204.

Watts, A. dan Addy, M. 2001. Tooth Discolouration and Staining: a Review of the Literature. *British Dental Journal*, 190 (6): 309-316.

Zimmerli, B., Jeger, F., dan Lussi, A. 2010. Bleaching of Nonvital Teeth, a Clinically Relevant Literature Review. *Schweiz Monatsschr Zahnmed*, 120 (4): 306–313.



**LAMPIRAN A. TABEL PENGUKURAN PANJANG GELOMBANG UKUR
SPEKTROFOTOMETER**

Tabel Hasil Pengukuran Panjang Gelombang

panjang gelombang (nm)	Absorbansi	panjang gelombang (nm)	absorbansi	panjang gelombang (nm)	absorbansi
301	-0,027	336	0,049	371	0,117
302	-0,037	337	0,052	372	0,117
303	-0,038	338	0,057	373	0,112
304	-0,036	339	0,061	374	0,103
305	-0,034	340	0,064	375	0,086
306	-0,036	341	0,062	376	0,072
307	-0,037	342	0,056	377	0,062
308	-0,041	343	0,051	378	0,051
309	-0,042	344	0,048	379	0,052
310	-0,042	345	0,041	380	0,059
311	-0,04	346	0,041	381	0,063
312	-0,035	347	0,048	382	0,068
313	-0,025	348	0,055	383	0,07
314	-0,021	349	0,064	384	0,063
315	-0,009	350	0,069	385	0,056
316	0,001	351	0,067	386	0,045
317	0,016	352	0,062	387	0,039
318	0,027	353	0,045	388	0,03
319	0,037	354	0,032	389	0,022
320	0,041	355	0,014	390	0,015
321	0,041	356	-0,01	391	0,273
322	0,032	357	-0,024	392	0,264
323	0,024	358	-0,046	393	0,258
324	0,016	359	-0,06	394	0,257
325	0,013	360	-0,074	395	0,261
326	0,014	361	-0,08	396	0,269
327	0,024	362	-0,078	397	0,279
328	0,029	363	-0,067	398	0,286
329	0,043	364	-0,04	399	0,289
330	0,046	365	-0,016	400	0,29
331	0,048	366	0,012	401	0,283
332	0,047	367	0,052	402	0,276
333	0,046	368	0,076	403	0,266
334	0,044	369	0,099	404	0,26
335	0,045	370	0,108	405	0,257

panjang gelombang (nm)	Absorbansi	panjang gelombang (nm)	absorbansi	panjang gelombang (nm)	absorbansi
406	0,256	446	-0,001	486	-0,057
407	0,257	447	-0,009	487	-0,031
408	0,308	448	-0,011	488	-0,012
409	0,261	449	-0,012	489	0,021
410	0,264	450	-0,011	490	0,045
411	0,263	451	-0,009	491	0,081
412	0,261	452	-0,008	492	0,109
413	0,257	453	-0,01	493	0,145
414	0,247	454	-0,012	494	0,169
415	0,235	455	-0,02	495	0,206
416	0,209	456	-0,026	496	0,221
417	0,188	457	-0,036	497	0,246
418	0,15	458	-0,041	498	0,258
419	0,129	459	-0,04	499	0,275
420	0,091	460	-0,037	500	0,285
421	0,071	461	-0,023	501	0,295
422	0,051	462	-0,013	502	0,301
423	0,037	463	0,009	503	0,307
424	0,029	464	0,02	504	0,308
425	0,029	465	0,042	505	0,309
426	0,032	466	0,054	506	0,309
427	0,039	467	0,071	507	0,307
428	0,047	468	0,083	508	0,307
429	0,062	469	0,099	509	0,302
430	0,071	470	0,107	510	0,301
431	0,083	471	0,12	511	0,297
432	0,087	472	0,125	512	0,297
433	0,094	473	0,13	513	0,294
434	0,095	474	0,127	514	0,288
435	0,093	475	0,123	515	0,285
436	0,09	476	0,113	516	0,28
437	0,083	477	0,088	517	0,276
438	0,075	478	0,062	518	0,273
439	0,063	479	0,023	519	0,27
440	0,055	480	-0,002	520	0,26
441	0,042	481	-0,041	521	0,25
442	0,034	482	-0,058	522	0,226
443	0,023	483	-0,073	523	0,207
444	0,015	484	-0,075	524	0,176
445	0,005	485	-0,067	525	0,156

panjang gelombang (nm)	Absorbansi	panjang gelombang (nm)	absorbansi	panjang gelombang (nm)	absorbansi
526	0,133	551	0,552	576	0,431
527	0,122	552	0,545	577	0,445
528	0,116	553	0,536	578	0,456
529	0,12	554	0,529	579	0,472
530	0,13	555	0,522	580	0,481
531	0,138	556	0,514	581	0,493
532	0,158	557	0,509	582	0,497
533	0,176	558	0,501	583	0,503
534	0,189	559	0,496	584	0,78
535	0,199	560	0,487	585	0,505
536	0,203	561	0,478	586	0,501
537	0,204	562	0,465	587	0,498
538	0,203	563	0,456	588	0,495
539	0,202	564	0,445	589	0,492
540	0,202	565	0,438	590	0,485
541	0,208	566	0,426	591	0,481
542	0,215	567	0,421	592	0,475
543	0,235	568	0,412	593	0,467
544	0,253	569	0,407	594	0,463
545	0,282	570	0,402	595	0,459
546	0,305	571	0,399	596	0,458
547	0,336	572	0,399	597	0,449
548	0,355	573	0,403	598	0,441
549	0,378	574	0,408	599	0,163
550	0,391	575	0,42	600	0,009

Keterangan: Dilakukan pada larutan baku kalsium 10 ppm pada rentang panjang gelombang 301-600 nm

LAMPIRAN B. ANALISIS STATISTIK KELARUTAN KALSIMUM DENTIN

Uji Normalitas Kolmogorov-Smirnov

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Kel. A	Kel. B	Kel. C	Kel. D
N		6	6	6	6
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	4,4235	4,9723	5,6593	6,2967
	Std. Deviation	,06800	,20857	,16816	,18180
Most Extreme Differences	Absolute	,302	,278	,154	,186
	Positive	,212	,205	,151	,143
	Negative	-,302	-,278	-,154	-,186
Kolmogorov-Smirnov Z		,739	,681	,377	,457
Asymp. Sig. (2-tailed)		,645	,743	,999	,985

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Uji Homogenitas Levene Statistic

Test of Homogeneity of Variance

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Rata-rata	Based on Mean	4,217	3	20	,018
	Based on Median	3,894	3	20	,024
	Based on Median and with adjusted df	3,894	3	15,304	,030
	Based on trimmed mean	4,233	3	20	,018

Oneway Anova

Descriptives

Rata-rata

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Kel. A	6	4,4235	,06800	,02776	4,3521	4,4949	4,33	4,49
Kel. B	6	4,9723	,20857	,08515	4,7535	5,1912	4,72	5,18
Kel. C	6	5,6593	,16816	,06865	5,4829	5,8358	5,42	5,89
Kel. D	6	6,2967	,18180	,07422	6,1059	6,4875	6,05	6,51
Total	24	5,3380	,73724	,15049	5,0266	5,6493	4,33	6,51

ANOVA

Rata-rata

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	11,954	3	3,985	145,620	,000
Within Groups	,547	20	,027		
Total	12,501	23			

Uji LSD

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Rata-rata
LSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	99% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Kel. A	Kel. B	-,54883*	,09550	,000	-,8206	-,2771
	Kel. C	-1,23583*	,09550	,000	-1,5076	-,9641
	Kel. D	-1,87317*	,09550	,000	-2,1449	-1,6014
Kel. B	Kel. A	,54883*	,09550	,000	,2771	,8206
	Kel. C	-,68700*	,09550	,000	-,9587	-,4153
	Kel. D	-1,32433*	,09550	,000	-1,5961	-1,0526
Kel. C	Kel. A	1,23583*	,09550	,000	,9641	1,5076
	Kel. B	,68700*	,09550	,000	,4153	,9587
	Kel. D	-,63733*	,09550	,000	-,9091	-,3656
Kel. D	Kel. A	1,87317*	,09550	,000	1,6014	2,1449
	Kel. B	1,32433*	,09550	,000	1,0526	1,5961
	Kel. C	,63733*	,09550	,000	,3656	,9091

*. The mean difference is significant at the .01 level.

LAMPIRAN C. ANALISIS STATISTIK KEKERASAN DENTIN GIGI

Uji Normalitas Kolmogorov-Smirnov

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Kel. A	Kel. B	Kel. C	Kel. D
N		6	6	6	6
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	89,00	59,83	52,50	20,83
	Std. Deviation	2,608	1,472	1,871	1,169
Most Extreme Differences	Absolute	,167	,214	,122	,223
	Positive	,167	,214	,122	,159
	Negative	-,125	-,119	-,122	-,223
Kolmogorov-Smirnov Z		,408	,525	,299	,547
Asymp. Sig. (2-tailed)		,996	,946	1,000	,926

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Uji Homogenitas Levene Statistic

Test of Homogeneity of Variance

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Kekerasan	Based on Mean	1,461	3	20	,255
	Based on Median	1,372	3	20	,280
	Based on Median and with adjusted df	1,372	3	14,023	,292
	Based on trimmed mean	1,475	3	20	,252

Oneway Anova

Descriptives

Kekerasan

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Kel. A	6	89,00	2,608	1,065	86,26	91,74	86	93
Kel. B	6	59,83	1,472	,601	58,29	61,38	58	62
Kel. C	6	52,50	1,871	,764	50,54	54,46	50	55
Kel. D	6	20,83	1,169	,477	19,61	22,06	19	22
Total	24	55,54	24,830	5,068	45,06	66,03	19	93

ANOVA

Kekerasan

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	14110,792	3	4703,597	1360,076	,000
Within Groups	69,167	20	3,458		
Total	14179,958	23			

Uji LSD

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Kekerasan

LSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	99% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Kel. A	Kel. B	29,167*	1,074	,000	26,11	32,22
	Kel. C	36,500*	1,074	,000	33,45	39,55
	Kel. D	68,167*	1,074	,000	65,11	71,22
Kel. B	Kel. A	-29,167*	1,074	,000	-32,22	-26,11
	Kel. C	7,333*	1,074	,000	4,28	10,39
	Kel. D	39,000*	1,074	,000	35,95	42,05
Kel. C	Kel. A	-36,500*	1,074	,000	-39,55	-33,45
	Kel. B	-7,333*	1,074	,000	-10,39	-4,28
	Kel. D	31,667*	1,074	,000	28,61	34,72
Kel. D	Kel. A	-68,167*	1,074	,000	-71,22	-65,11
	Kel. B	-39,000*	1,074	,000	-42,05	-35,95
	Kel. C	-31,667*	1,074	,000	-34,72	-28,61

*. The mean difference is significant at the .01 level.