

**PENGARUH BAHAN BONDING DENTIN GENERASI VI  
PADA PULPA GIGI YANG TERBUKA  
(Penelitian Laboratoris Pada Tikus Putih *strain Wistar*)**

**KARYA ILMIAH TERTULIS  
(SKRIPSI)**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana  
Kedokteran Gigi Pada Fakultas Kedokteran Gigi  
Universitas Jember



**Pembimbing :**

**drg. Pudji Astuti, M.Kes (DPU)**  
**drg. Sri Lestari, M.Kes (DPA)**

**Oleh :**

**Even Yuniar Khristianti**  
**NIM : 001610101069**

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI  
UNIVERSITAS JEMBER  
2005**


**PENGARUH BAHAN BONDING DENTIN GENERASI VI PADA PULPA  
GIGI YANG TERBUKA**  
(Penelitian Laboratoris Pada Tikus Putih *strain Wistar*)

**KARYA ILMIAH TERTULIS  
(SKRIPSI)**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh  
gelar Sarjana Kedokteran Gigi pada  
Fakultas Kedokteran Gigi  
Universitas Jember

Oleh :  
Even Yuniar Khristianti  
NIM : 001610101069

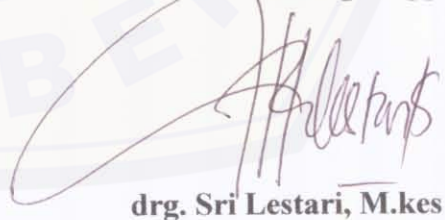
**Dosen Pembimbing Utama**



drg. Pudji Astuti, M.kes

NIP.132 148 482

**Dosen Pembimbing Anggota**



drg. Sri Lestari, M.kes

NIP. 132 148 476

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI  
UNIVERSITAS JEMBER**

2005

Diterima oleh :

Fakultas Kedokteran Gigi

Universitas Jember

Sebagai Karya Tulis Ilmiah (Skripsi)

Dipertahankan pada

Hari : Kamis

Tanggal : 6 Januari 2005

Tempat : Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua



drg. Pudji Astuti, M.kes

NIP.132 148 482

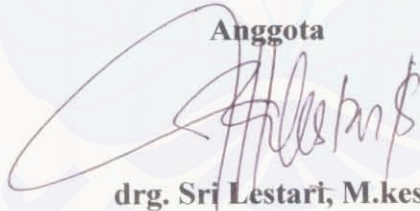
Sekretaris



drg. Izzata Barid, M.Kes

NIP. 132 162 520

Anggota



drg. Sri Lestari, M.kes

NIP. 132 148 476

Mengesahkan

Dekan Fakultas Kedokteran Gigi

Universitas Jember



drg. Zahreni Hamzah, M.S

NIP. 131 558 576

## MOTTO

- ⌚ Berbahagialah orang yang dapat menjadi tuan bagi dirinya, menjadi kusir bagi hawa nafsunya, dan menjadi nahkoda untuk bahtera hidupnya (Khalifah Ali bin Abi Thalib)
- ⌚ Orang harus banyak belajar untuk mengetahui betapa sedikit sebenarnya yang ia ketahui
- ⌚ Jadikanlah Shalat dan sabar sebagai penolongmu (Q.S. 2 : 45)
- ⌚ Ingatlah, hanya dengan mengingat Allah-lah hati menjadi tenteram (Q.S Ar Ra'd : 28)

## PERUNTUKAN

*Karya tulis ilmiah ini diperuntukkan kepada yang tercinta berikut ini.*

1. *Orang tuaku*
2. *Kakak-kakakku, Mas Totip dan mbak iparku mbak Yenny, dan Mas Dwi.*
3. *Saudara-saudara di Lawang, Gerbo dan Nguling*
4. *Almamater yang kubanggakan*

## KATA PENGANTAR

Tiada kata yang lebih indah kecuali puji Syukur kehadirat Allah SWT, dengan segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah (Skripsi) yang berjudul **Pengaruh Bahan Bonding Dentin Generasi VI Pada Pulpa Gigi Yang Terbuka (Penelitian Laboratoris Pada Tikus Putih *strain Wistar*)**.

Penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini diselesaikan guna memenuhi syarat untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana Kedokteran Gigi pada Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

Dalam menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah ini tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada yang terhormat berikut ini.

1. drg. Zahreni Hamzah, M.S selaku Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember yang telah memberikan kesempatan kepada penulis hingga selesainya Karya Tulis Ilmiah ini
2. drg. Pudji Astuti, M.Kes., selaku dosen pembimbing utama yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan pengarahan dan bimbingan sejak awal hingga selesainya Karya Tulis Ilmiah ini.
3. drg. Sri Lestari, M.Kes., selaku dosen pembimbing anggota yang telah memberikan petunjuk dan bimbingan selama penelitian dan penulisan Karya Tulis Ilmiah.
4. drg. Izzatta Barid, M.Kes selaku sekretaris atas segala masukan dan pengarahannya.
5. Kepala dan staf Taman Bacaan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember yang telah memberikan fasilitas bahan acuan Karya Tulis Ilmiah ini.
6. Orang Tuaku tercinta, dan Saudara-saudaraku di Lawang, atas segala dorongan, semangat, doa dan kasih sayangnya.
7. kawan seperjuangan Niken Rahma, Vivin Yulianita dan Ita Masyita

8. Saudara-saudara dan teman-teman di LISMA dan Senat Mahasiswa
9. Teman sekampung halaman, seperjuangan dan seangkatanku Jufita Estiningrum atas bantuan semangatnya
10. Kawan-kawan di kost, Renny Okta dkk, Firda N, Erliana WS, dan motivator-motivator lainnya.
11. Teman-teman angkatan 2000, Indri, Yeyen, dkk
12. Semua pihak yang terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung yang membantu dalam penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini.

Semua saran dan kritik sangat penulis harapkan guna kesempurnaan Karya Tulis Ilmiah ini. Semoga Karya Tulis Ilmiah ini dapat memberikan manfaat dan sumbangan pemikiran yang berharga baik bagi penulis sendiri dan bagi praktisi ilmu Kedokteran Gigi.

Jember, Januari 2005

Penulis



**DAFTAR ISI**

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGAJUAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERUNTUKAN</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiii
<b>RINGKASAN</b> .....	xiv
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
2.1 Adhesi dan Bahan Bonding .....	5
2.1.1 Adhesi ke Enamel.....	6
2.1.2 Adhesi ke Dentin .....	6

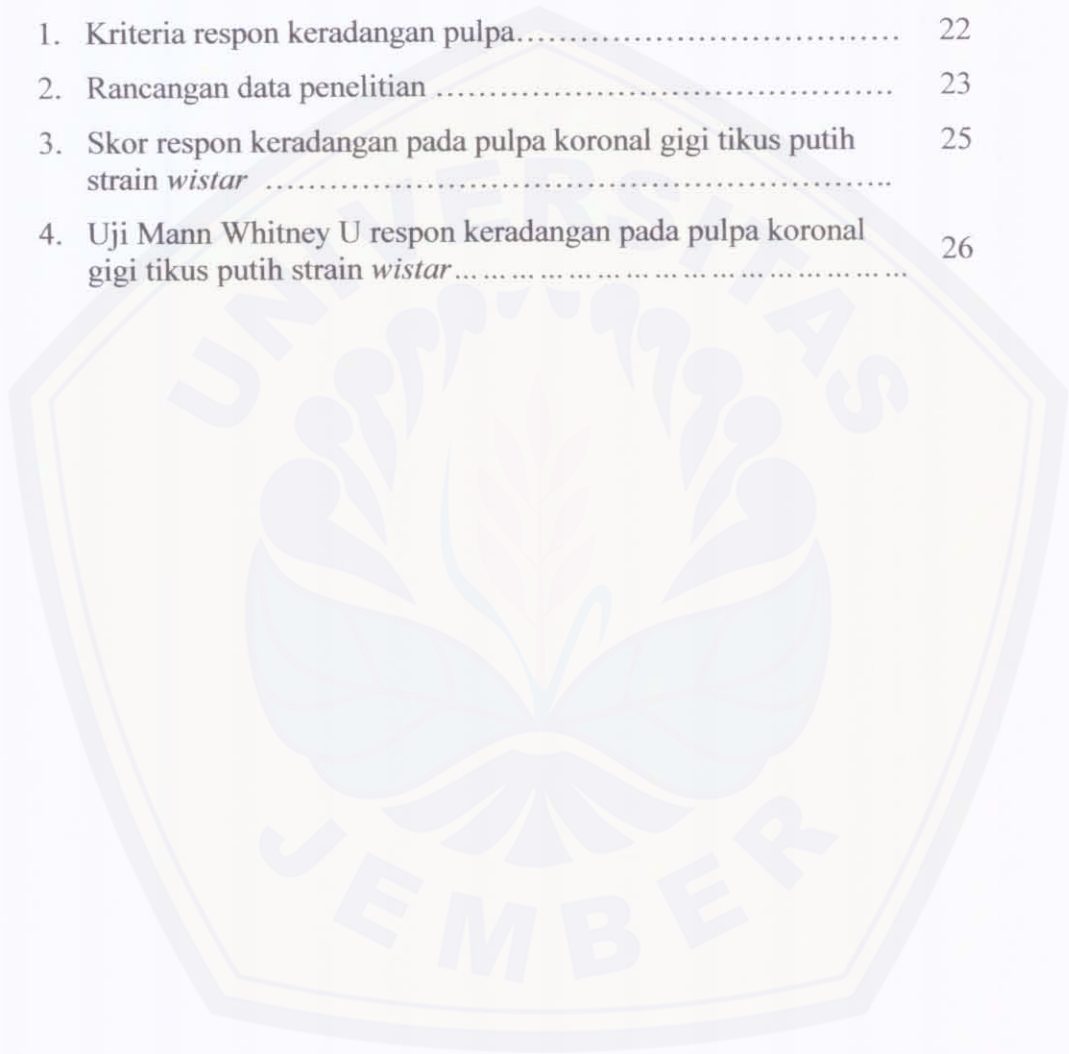


a. Sistem Etsa Tradisional .....	7
b. Sistem Adhesif Modern .....	9
2.2 Dentin dan Pulpa .....	12
2.2.1 Dentin .....	12
2.2.2 Pulpa .....	13
2.3 Sel Radang .....	15
2.4 Interaksi Bahan Bonding, Pulpa, dan Sel Radang .....	17
<b>III. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>19</b>
3.1 Jenis Penelitian .....	19
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian .....	19
3.3 Identifikasi variabel penelitian.....	19
3.4.1 Variabel Bebas .....	19
3.4.2 Variabel Tergantung .....	19
3.4.3 Variabel Terkendali .....	19
3.4 Definisi operasional penelitian.....	20
3.5 Alat dan Bahan Penelitian .....	20
3.5.1 Alat .....	20
3.5.2 Bahan .....	21
3.6 Kriteria Sampel .....	21
3.7 Jumlah Sampel .....	21
3.8 Cara Kerja .....	21
3.8.1 Prosedur Perlakuan pada Hewan Coba .....	21
3.8.2 Prosedur Pembuatan Preparat .....	23
3.8.3 Prosedur Pengecatan .....	23
3.9 Pengamatan .....	23

3.10 Analisa Data .....	24
3.11 Alur Penelitian .....	25
<b>IV. HASIL DAN ANALISA DATA .....</b>	<b>26</b>
4.1 Hasil Penelitian .....	26
4.2 Analisa Data .....	27
<b>V. PEMBAHASAN .....</b>	<b>28</b>
<b>VI. SIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>33</b>
6.1 Simpulan .....	33
6.2 Saran .....	33
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>34</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>39</b>

**DAFTAR TABEL**

No		Halaman
1.	Kriteria respon peradangan pulpa.....	22
2.	Rancangan data penelitian .....	23
3.	Skor respon peradangan pada pulpa koronal gigi tikus putih strain <i>wistar</i> .....	25
4.	Uji Mann Whitney U respon peradangan pada pulpa koronal gigi tikus putih strain <i>wistar</i> .....	26

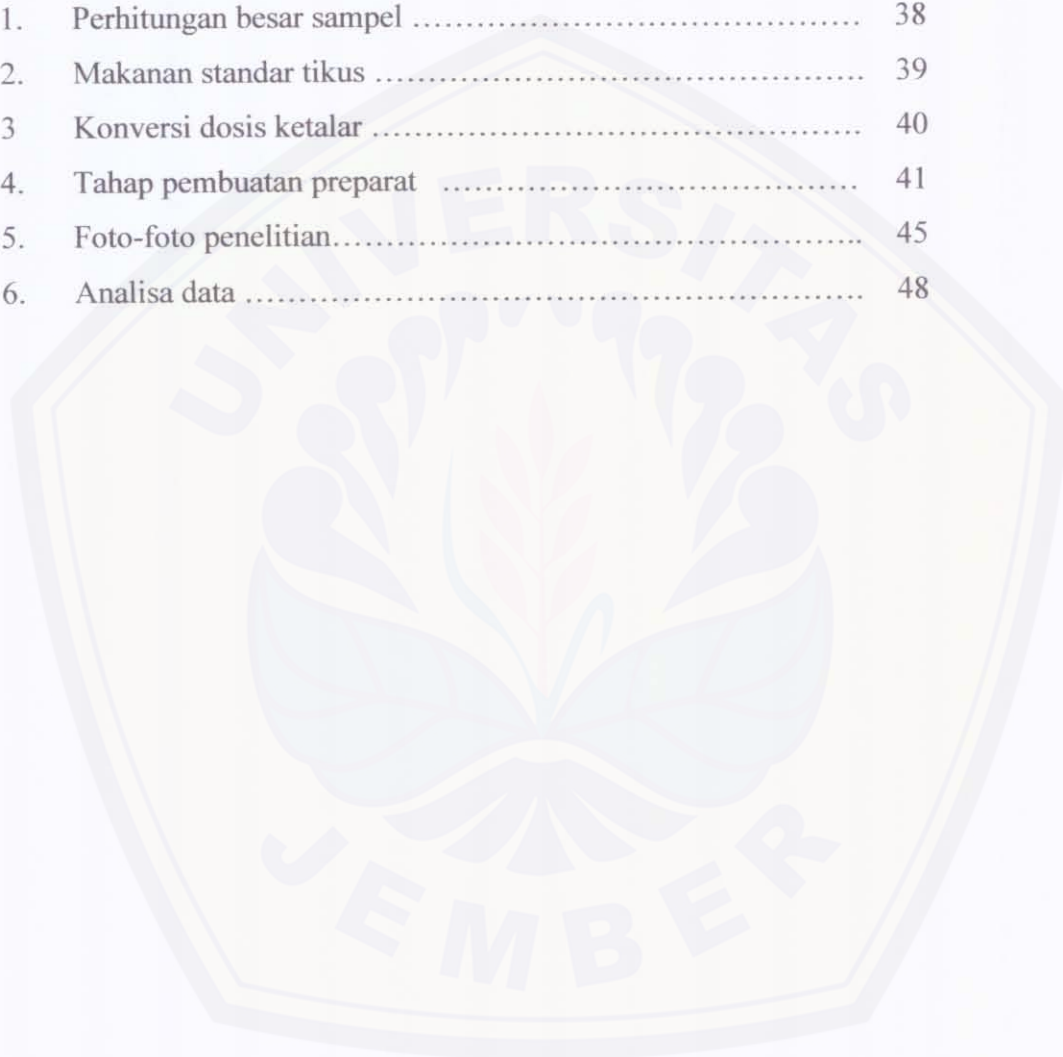


## DAFTAR GAMBAR

No	Halaman
1. Preparasi pada gigi molar RA tikus .....	21
2. Alur penelitian.....	24
3. Foto alat-alat penelitian.....	43
4. Foto bahan-bahan penelitian.....	44
5. Foto preparasi gigi molar tikus putih strain wistar.....	45
6. Foto aplikasi bahan bonding dentin .....	45
7. Foto penyinaran bahan bonding dentin dan resin komposit sinar tampak.....	46
8. Foto preparat dari kelompok kontrol.....	47
9. Foto preparat dari kelompok perlakuan.....	47

**DAFTAR LAMPIRAN**

No		Halaman
1.	Perhitungan besar sampel .....	38
2.	Makanan standar tikus .....	39
3.	Konversi dosis ketalar .....	40
4.	Tahap pembuatan preparat .....	41
5.	Foto-foto penelitian.....	45
6.	Analisa data .....	48





## RINGKASAN

**Even Yuniar Khristrianti, NIM 001610101069, Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember. PENGARUH BAHAN BONDING DENTIN GENERASI VI PADA PULPA GIGI YANG TERBUKA (Penelitian Laboratoris Pada Tikus Putih *strain Wistar*) dibawah bimbingan drg. Pudji Astuti, M.kes., dan drg. Sri Lestari, M.Kes.**

Penggunaan resin komposit makin populer karena memiliki kemampuan yang lebih baik dibandingkan restorasi amalgam konvensional. Salah satu kekurangan resin komposit adalah sulit melekat ke dentin sehingga diperlukan bahan adhesif. Sistem adhesif generasi IV memerlukan prosedur etsa, priming dan bonding. Sistem adhesif generasi V (*Total etch*) merupakan sediaan tunggal berisi primer dan adhesif dan memerlukan prosedur etsa asam fosfor sebelumnya. Sistem adhesif generasi VI tipe *self etch* mengandung etsa asam, priming dan bonding tanpa perlu melakukan etsa dengan asam fosfor. Walaupun beberapa studi menunjukkan efek sitotoksik dari bahan bonding, banyak operator yang merekomendasikan terapi pulpa dengan bahan resin pada pulpa terbuka setelah etsa asam total. Hal ini dikarenakan terdapatnya penemuan bahwa kemampuan resin adhesif untuk mencegah *bacterial microleakage* dibawah restorasi adalah penting karena penyembuhan pulpa secara langsung berhubungan dengan kebocoran bakteri. Beberapa penelitian yang menggunakan bahan bonding pada pulpa terbuka pada gigi primata telah menunjukkan perbaikan pulpa dan pembentukan jembatan dentin lengkap, bahkan pada evaluasi jangka pendek. Sebaliknya, ada hasil penelitian yang menunjukkan hasil yang buruk pada pulpa terbuka yang ditutup dengan resin adhesif.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh aplikasi dari bahan bonding resin komposit sinar tampak generasi VI tipe *self etch* pada pulpa yang terbuka dari gigi tikus putih *strain wistar*.

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah 16 gigi molar tikus rahang atas yang didapat dari delapan ekor tikus. Kelompok perlakuan terdiri dari delapan gigi, dipreparasi klas V pada bagian bukal molar rahang atas, kemudian diperforasi dan diulas bahan bonding dari generasi VI tipe *self etch*, kemudian ditumpat dengan resin komposit sinar tampak. Kelompok kontrol tanpa perlakuan apapun. Setelah tiga hari gigi diekstraksi, dan dibuat preparat histologis.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada kelompok perlakuan terdapat respon peradangan pada pulpa koronal gigi tikus putih *strain wistar*, baik pada kategori ringan, sedang dan berat. Dari kelompok kontrol didapatkan dua sampel berada pada kategori ringan. Dari hasil analisa data dengan uji *Mann Whitney U* diketahui bahwa terdapat perbedaan yang bermakna antara kelompok kontrol dan perlakuan.

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah aplikasi dari bahan bonding dentin generasi VI tipe *self etch* dapat mempengaruhi pulpa gigi tikus putih *strain Wistar*, berupa terjadinya respon peradangan.

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Penggunaan resin komposit sinar tampak makin populer karena perbaikan-perbaikan yang telah dilaporkan, biokompatibilitas, resistensi dan kemampuan yang lebih baik dibandingkan dengan restorasi amalgam konvensional (Murray et al, 2003:242).

Salah satu kekurangan resin komposit adalah sulit melekat ke dentin sehingga diperlukan sebuah bahan adhesif (Wei dan Tay, 2003:1). Sistem adhesif generasi ke IV memerlukan prosedur etsa, primer dan resin bonding (Burke dan Mc Caughey dalam Cardoso et al, 2003:389).

Sistem adhesif generasi VI tipe *self etch* adalah kombinasi etsa, primer dan resin adhesif pada sistem *all in one* yang menguntungkan, karena mengurangi waktu aplikasi dan mengurangi kesalahan yang dapat terjadi selama tiap langkah bonding (Tay dan Pashley, 2001:305). Bahan adhesif generasi VI tipe *self etch* bersifat asam dan menghasilkan etsa asam, priming dan bonding tanpa perlu melakukan prosedur pra etsa dengan asam fosfor (Wei dan Tay, 2003:2). Bahan bonding tipe *self etch* dianggap lebih praktis untuk aplikasi klinis, dan mengurangi kemungkinan kesalahan selama aplikasi bahan adhesif (Frankenberger et al, 2001:374, Tay dan Pashley, 2001:305), seperti akibat pembasahan atau pengeringan berlebihan pada dentin yang teretsa asam (Wei dan Tay, 2003:2). Bahan bonding tipe *self etch* diaplikasikan tanpa perlu prosedur pembilasan (Wei dan Tay, 2003:2). Akan tetapi bahan bonding menjadi tertutup dan berkontak lama dengan dentin vital, sehingga pengaruhnya terhadap jaringan pulpa adalah hal yang sangat menarik untuk diteliti (Schmalz et al, 2002:188).

Beberapa studi invitro menunjukkan bahwa kebanyakan komponen sistem adhesif adalah sitotoksik pada *fibroblast cell lines*. Konsentrasi yang relatif rendah dari HEMA, BISGMA, BPA, TEGDMA, UDMA dan komponen resin lain mempunyai sitotoksitas yang jelas pada kultur sel (Wenneberg et al dan Hanks et al dalam Costa et al, 2001:230, Mount dan Hume, 1998:206). Walaupun efek

sitotoksik dari bahan bonding, banyak operator yang merekomendasikan terapi pulpa dengan bahan resin pada pulpa terbuka setelah etsa asam total. Pulpa yang terbuka sering terjadi selama penghilangan jaringan karies. Banyak operator yang merekomendasikan terapi dengan bahan resin pada pulpa yang terbuka ini dikarenakan terdapatnya penemuan bahwa kemampuan resin adhesif untuk mencegah *bacterial microleakage* dibawah restorasi adalah penting karena penyembuhan pulpa secara langsung berhubungan dengan kebocoran bakteri dan kemampuan bahan bonding untuk mencegah *microleakage* (Medina et al, 2002:331). Teknik etsa total ( atau disebut juga bahan bonding generasi kelima) merupakan tehnik yang populer karena kemampuannya meningkatkan kekuatan bonding terhadap dentin secara dramatis (Wei dan Tay, 2003:1).

Beberapa penelitian yang menggunakan bahan bonding pada pulpa terbuka pada gigi primata telah menunjukkan perbaikan pulpa dan pembentukan jembatan dentin lengkap, bahkan pada evaluasi jangka pendek (Costa et al, 2001:232). Beberapa hasil penelitian lain juga melaporkan bahwa penggunaan resin adhesif pada pulpa terbuka tidak menyebabkan ketidaknyamanan dan tidak menimbulkan respon pulpa yang serius (Kiba et al, 2000:69). Sebaliknya, ada hasil penelitian yang menunjukkan hasil yang buruk pada pulpa terbuka yang ditutup dengan resin adhesif (Medina et al, 2002:331).

Pada pulpa dapat dijumpai sel radang seperti makrofag, limfosit dan sel plasma (Grossman et al, 1995:48). Penimbunan leukosit pada lokasi yang terkena jejas adalah aspek penting dalam reaksi radang. Leukosit mampu melahap bahan yang bersifat asing (Robbins dan Kumar, 1995:32).

Limfosit, sel plasma dan makrofag adalah termasuk jenis sel radang mononuklear dan ditemukan pada radang kronik yang disebabkan oleh rangsang yang menetap. Makrofag dalam pulpa adalah sebagai salah satu mekanisme pertahanan seluler, yang diperlukan untuk melawan infeksi (Baum, Lloyd, 1997:8). Makrofag terdapat dalam daerah bebas sel dan kaya sel pada pulpa. Limfosit dan sel plasma, apabila terdapat pada pulpa normal, ditemukan pada daerah sub odontoblastik koronal (Grossman et al, 1995:45-48).



Merk berbeda dari bahan bonding dentin terdiri dari bahan yang berbeda, maka toksisitasnya bisa bervariasi tergantung pada komponen didalamnya (Chen et al, 2001:506). Bahan bonding generasi VI tipe *self etch* tidak membutuhkan etsa total sebelumnya. Sistem adhesif ini memiliki perbedaan pada tehnik aplikasi dan bahan kimia didalamnya dibandingkan dengan bahan bonding dentin generasi V. Penelitian ini menggunakan tikus sebagai hewan percobaan karena tikus merupakan hewan coba yang paling banyak memiliki persamaan dengan manusia, sehingga dapat digunakan untuk mewakili manusia. Tikus termasuk golongan omnivora yang memiliki alat pencernaan yang serupa dengan manusia (Mahan dan Escott, 1996).

### 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan suatu permasalahan, yaitu :

1. Apakah terdapat pengaruh dari aplikasi bahan bonding tipe *self etch* pada pulpa koronal yang terbuka dari gigi tikus putih strain *wistar* ?
2. Bagaimana pengaruh bahan bonding generasi VI tipe *self etch* terhadap terjadinya peradangan pulpa gigi tikus putih strain *wistar* yang terbuka ?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengetahui apakah terdapat pengaruh dari aplikasi bahan bonding generasi VI tipe *self etch* terhadap pulpa gigi tikus putih strain *wistar* yang terbuka
2. Mengetahui bagaimana pengaruh pengaplikasian bahan bonding resin komposit sinar tampak tipe *self etch* terhadap terjadinya peradangan pada pulpa koronal gigi tikus putih strain *wistar* yang terbuka.

#### 1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah:

- 1 Sebagai informasi tentang pengaruh penggunaan bahan bonding resin komposit sinar tampak tipe *self etch* pada pulpa yang terbuka.
- 2 Sebagai bahan pertimbangan bagi klinisi dalam pengaplikasian bahan bonding dentin generasi VI tentang pengaruhnya terhadap pulpa.
- 3 Memberikan sumbangan pemikiran untuk penelitian lebih lanjut.



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Adhesi dan Bahan Bonding

Menurut Parker dan Taylor (dalam Sutopo, 1980:1), bahan adhesi adalah setiap bahan yang dapat merekatkan atau melekatkan dua benda.

Menurut Combe (dalam Sutopo, 1980:3), adhesi terjadi apabila dua zat atau benda berbeda bersatu oleh karena kekuatan tarikan antara keduanya. Bahan adhesi adalah bahan yang dapat menghasilkan kekuatan perlekatan, sedangkan adherend adalah benda atau zat dimana bahan adhesi diulaskan.

Adhesif membuat preparasi yang menjaga substansi gigi (Alavi dan Kianimanesh, 2002:19).

Syarat-syarat bahan adhesif:

- Dapat membasahi permukaan gigi
- Perubahan dimensi saat pengerasan kecil
- Tidak larut dalam cairan mulut
- Kekuatan mekanik tinggi
- Koefisien muai panas harus sama dengan jaringan gigi
- Tidak toksik
- Tidak mudah rusak karena pengaruh keadaan dalam rongga mulut

(Sutopo, 1980:6).

Faktor-faktor yang mempengaruhi adhesi:

- tegangan permukaan adherend
- pembasahan permukaan perlekatan
- degradasi dentin
- kekasaran permukaan adherend

(Sutopo, 1980:6-8).

Peningkatan permintaan restorasi estetik membangkitkan penelitian intensif dari bahan adhesif dengan fokus untuk menggantikan restorasi amalgam (Perdigao et al, Swift et al, wilson et al, dalam Frankenberger, 2001:373).



Prinsip dasar adhesi ke gigi berdasarkan pada proses pertukaran dimana bahan anorganik gigi bertukar dengan resin sintesis (Meerbek et al dalam Meerbek et al, 2003:216). Proses ini melibatkan dua fase:

- Fase 1 terdiri dari penghilangan kalsium fosfat dimana mikroporositas membuka pada kedua permukaan enamel dan gigi.
- Fase 2 disebut fase hibridisasi, melibatkan infiltrasi dan polimerisasi *in situ* berikutnya dari resin dalam mikroporositas permukaan yang terjadi.

Hasilnya adalah mikromekanikal interlocking yang menjadi dasar primer pada mekanisme difusi. Sementara itu, mekanisme interlocking dipercaya menjadi syarat untuk mencapai bonding yang baik.

### 2.1.1 Adhesi ke enamel

Bonding ke enamel dapat diandalkan untuk klinik (Frankenberger et al, 2001:373-374). Teknik etsa asam pada enamel memberi morfologi permukaan yang ideal sebagai hasil penggunaan asam fosfor 30-40% (swift et al, buonocore dalam Frankenberger, 2001:373), hasilnya adalah mikroporositas untuk penetrasi monomer yang dapat berpolimerisasi pada porositas untuk membentuk resin tag yang memberi retensi mikromekanik (Swift et al dalam Frankenberger, 2001:373).

Tag adalah resin dari bahan adhesi yang menembus masuk dalam mikroporositas setelah etsa yang kemudian mengeras (Gwinnet dan Buonocore, silverstone, Sutopo dalam Sutopo, 1980:18).

### 2.1.2 Adhesi ke dentin

Alasan utama penggunaan bahan bonding dentin adalah untuk meningkatkan retensi restorasi, mengurangi kebocoran mikro pada interfase dentin-resin dan untuk mendistribusi stress oklusal secara efektif (Chen et al, 2001:505).

Dentin manusia mempunyai sifat spesifik seperti struktur tubular, kebasahan intrinsik (Frankenberger et al, 2001:374), kekompleksan struktur histologis, komposisi yang bervariasi (Vajrabhaya et al, 2003:440, Alavi dan Kianimanesh, 2002:20, Swift et al, 1995:97).

Enamel mengandung volume 92% hidroksiapatit anorganik sedang dentin, rata-rata hanya 45% (Swift et al, 1995:97).

Dentin sangat dekat dengan pulpa, dan sejumlah cairan mengisi tubuli, melewati dentin dari pulpa ke *dentinoenamel junction*. Prosesus odontoblas menjulur dari pulpa ke bagian dalam tiap tubuli. Cairan ini konstan menekan dari pulpa. Tekanan intra pulpa diperkirakan antara 25-30 mmHg. Tiap tubuli dikelilingi oleh dentin hipermineralisasi yang disebut dentin peritubular. Dentin diantara tubuli, yang kurang termineralisasi disebut dentin intertubular. Area relatif dentin yang ditempati tubuli berkurang makin ke arah pulpa. Jumlah tubuli turun dari 45.000 per mm<sup>2</sup> pada pulpa menjadi sekitar 20.000 per mm<sup>2</sup> pada DEJ pada dentin koronal. Variasi regional dari struktur dentin dan komposisi berhubungan dengan faktor selain kedalaman, variasi regional ditampakkan pada karakteristik permeabilitas pada lokasi berbeda. Contoh, permeabilitas dentin bagian oklusal lebih tinggi diatas tanduk pulpa daripada permukaan tengah oklusal, seperti juga, dentin proksimal lebih permeabel daripada dentin oklusal dan dentin koronal lebih permeabel dari dentin akar (Swift et al, 1995:97-98).

Bonding ke dentin juga dipersulit dengan adanya *smear layer* sebagai lapisan debris diatas permukaan dentin saat dentin terpotong (Swift et al, 1995:98). *Smear layer* ini tebalnya  $\pm 5-10 \mu\text{m}$ . Debris ini dapat menghalangi proses bonding (Baum, Lloyd, 1997:8). Lapisan ini mengurangi permeabilitas resin ke tubuli (Vajrabhaya et al, 2003:440), dan memberikan perlindungan tambahan bagi dentin dan pulpa terhadap iritasi (Baum, Lloyd, 1997:8). Teknik bonding dentin sangat sensitif juga dikarenakan kesulitan mencapai keseimbangan antara dentin basah dan kering (Al Qahtani et al, 2003:287).

#### **a. Sistem Etsa Tradisional**

Disebut juga sistem generasi empat (Murray, 2003:243). Sistem etsa tradisional terdiri dari prosedur etsa, primer dan resin bonding (Burke dan McCaughey dalam Cardoso et al, 2003:389).

### 1) Etsa

Bahan etsa pada enamel akan menghasilkan perbaikan ikatan antara resin dan enamel. Asam akan meninggalkan permukaan enamel yang bersih sehingga memungkinkan resin membasahi permukaan dengan lebih baik. Selain itu asam akan meninggalkan mikroporositas. Etsa akan memberikan adaptasi tepi yang baik, mengurangi kebocoran mikro dan noda warna (Baum, Lloyd, 1997:282).

Etsa asam menghilangkan permukaan enamel sekitar 10  $\mu\text{m}$  dan menciptakan lapisan porus pada kedalaman sekitar 5-50  $\mu\text{m}$ . Saat diaplikasikan resin dengan viskositas rendah, ia akan mengalir pada mikroporositas dan berpolimerisasi membentuk ikatan mikromekanis dengan enamel (Swift et al, 1995:95, Hannig et al, 1999:173).

Enamel yang dietsa menunjukkan kelarutan yang berbeda tergantung pada macam asam, konsentrasi dan lama waktu aplikasi ( Ohsawa dan silverstone dalam Sutopo, 1980:20-21).

Menurut Gwinnet dan Buonocore (dalam Sutopo, 1980:23), peningkatan adhesi setelah etsa asam dapat disebabkan karena beberapa faktor, yaitu :

- Luas permukaan kontak resin-enamel
- Bahan resin dapat berkontak langsung dengan bahan anorganik enamel sehingga menghasilkan ikatan yang baik
- Lapisan yang menutupi permukaan enamel terbuang sehingga permukaan lebih bersih dan reaktif
- Pembentukan permukaan yang lain dari enamel karena pengendapan bahan baru.

Saat ini, bahan etsa yang paling komersial mengandung asam fosfor 30-40% (Silverstone et al dalam Hannig et al, 1999:173).

### 2) Primer

Aplikasi primer dilakukan setelah prosedur etsa. Setelah prosedur etsa, hidroksiapatit dihilangkan, jaringan kolagen yang kolaps pada dentin meningkat pada level originalnya dengan aplikasi bahan primer ini (Vajrabhaya et al, 2003:440).

Molekul primer seperti HEMA, BDPM, dan 4-META terdiri dari dua gugus fungsional, yaitu gugus hidrofil dan hidrofob. Kelompok hidrofil mempunyai afinitas ke permukaan dentin dan kelompok hidrofobik mempunyai afinitas terhadap resin.

Aplikasi primer pada dentin yang telah mengalami demineralisasi sangat memperbaiki adhesi ke dentin. Primer memperbaiki difusi monomer pada dentin terdemineralisasi, memfasilitasi pembentukan hibrid layer dan meningkatkan kekuatan bonding resin ke dentin (Hayakawa et al, Sugizaki dan Takarada dalam Hayakawa et al, 1998:9).

### 3) Resin adhesif

Bahan bonding dentin secara luas digunakan pada restorasi kedokteran gigi operatif untuk memperbaiki perlekatan bahan ke gigi dan mencegah kebocoran mikro dibawah restorasi (Wolanek et al, 2001:354).

Resin adhesif diaplikasikan setelah aplikasi primer dan berpenetrasi pada dentin yang diberi primer untuk membentuk zone interdifusi atau hibrid layer (Vajrabhaya et al, 2003:440, Swift et al, 1995:100).

#### **b. Sistem adhesif modern**

Sistem adhesif modern dicirikan dengan pencarian cara yang sederhana untuk aplikasi klinis dan efeknya pada smear layer (Meerbek et al dalam Cardoso et al, 2003:389).

Generasi V, yaitu etsa total, merupakan kombinasi resin bonding dan primer dalam satu formula dengan pelarut aseton atau etanol yang menginfiltrasi lapisan enamel dan yang didemineralisasi oleh asam sehingga terbentuk hibrid layer antara bahan restorasi dengan jaringan gigi. Teknik ini memerlukan prosedur *pretreatment* dengan etsa asam fosfor. Apabila digunakan secara optimal dapat memberi hasil klinis yang sangat memuaskan. Akan tetapi teknik ini bersifat lebih *technique sensitive*. Sensitivitas dapat ditimbulkan apabila kavitas terlalu dalam, atau jika bonding kurang optimal seperti bila dentin di etsa atau dikeringkan berlebihan (Wei dan Tay, 2003:1).

Sistem adhesif generasi kelima atau dua langkah, terdiri dari etsa dan primer atau primer dan bonding (Pilo dan Ben Aaamor dalam Murray et al, 2003:243)

*Primer self etch*, terdiri dari primer, melakukan kondisioning dan priming enamel dan dentin secara serentak tanpa pembilasan (Frankenberger et al, 2001:347). Perkembangan *primer self etch* meningkatkan kemungkinan penggabungan smear layer original ke hibrid layer (Pashley et al dalam Pashley dan Tay, 2001:431). Ini dianggap monomer resin asam akan berpenetrasi menembusnya (Pashley dan Tay, 2001:431). Keasaman primer dapat dibuffer dengan komponen mineral dari smear layer dentin (Tay et al dalam Pashley, 2001:431) yang mengurangi potensi pembentukan hibrid layer dan demineralisasi dentin dibawahnya. *Primer self etch* secara serentak memodifikasi atau menghilangkan smear layer dan mendekalsifikasi permukaan enamel dan dentin.

Bahan adhesif generasi VI, yaitu *self etch* dihasilkan dari meningkatkan konsentrasi monomer-monomer resin asam (Wei dan Tay, 2003:1). Air bahan tambahan yang penting untuk mengionisasi monomer-monomer tersebut. Agar bahan adhesif dapat bekerja optimal, maka harus dapat mengetsa lapisan smear layer dibawahnya terlebih dahulu (Tay dan Pashley, 2001:296). Lapisan smear terhibridisasi bersamaan dengan pembentukan lapisan hibrid.

Secara teori, karena etsa dan priming terjadi bersamaan maka tidak akan terjadi zone-zone infiltrasi tak lengkap dalam lapisan hibrid yang dibentuk oleh bahan adhesif tipe *self etch*. Tapi ternyata hal itu tidak sepenuhnya benar, karena ada kemungkinan terdapat sisa-sisa air terjebak dalam bahan adhesif yang telah terpolimerisasi dan juga dalam dentin yang terhibridisasi (Tay et al, dalam Wei dan Tay, 2003:1). Selain itu jika *smear plugs* tidak terbilas bersih maka dapat terjebak dalam resin dan membentuk *smear plugs* terhibridisasi yang menutup tubuli dentin sehingga menimbulkan sensitifitas pos-operatif yang minimal (Wei dan Tay, 2003:1-2). Secara umum, bahan bonding tipe *self etch* adalah lebih sedikit *technique sensitive* (Pashley dan Tay, 2001:296).

Semua bahan adhesif tipe *self etch* bersifat asam dan menghasilkan etsa asam, priming dan bonding tanpa perlu melakukan prosedur pra-etsa dengan asam



fosfor. Kesemua bahan diaplikasikan ke enamel dan dentin tanpa diikuti pembilasan, dengan demikian *technique sensitivity* akibat pembasahan atau pengeringan dentin secara berlebihan dapat dicegah. Keasaman dari bahan ini akan di buffer atau di netralisir oleh ion-ion kalsium dari gigi (Wei dan Tay, 2003:2).

Bahan bonding tipe *self etch* yang digunakan pada penelitian ini terkemas dalam dua botol, dengan komposisi sebagai berikut :

Likuid A:

- Bahan primer asam HEMA
- Etanol
- Air yang berfungsi sebagai pelarut
- Aerosil
- *Stabilizer*

Likuid B:

- Pyro-EMA, yang membentuk gugus asam fosfor setelah hidrolisis
- Polymerizable PEM-F yang melepas fluoride
- UDMA
- *Hidrolized pyro-EMA*
- *Stabilizer*
- *Champorquinone* yang berfungsi sebagai fotoinisiator

(Wei dan Tay, 2003:2)

Reaksi apabila setetes dari likuid A dicampur dengan likuid B akan menghasilkan suatu larutan yang sangat asam dengan pH kurang dari satu, yang bekerja mengetsa enamel dan dentin serta melarutkan sebagian *smear layer*. Adhesif bahan bonding self etsa merupakan akibat pengisian sebagian *smear layer*, infiltrasi *smear plugs*, dan juga penetrasi *smear plugs* ke dalam tubuli dentin. Lapisan hibrid homogen segera terbentuk di bawah lapisan smear yang telah dimodifikasi tersebut, yang juga menutup tubuli dentin untuk mencegah aliran cairan sehingga tidak timbul sensitivitas post-operatif. (Wei dan Tay, 2003:2).

Terapi enamel dan dentin secara serentak dengan satu aplikasi adalah langkah besar untuk penyederhanaan prosedur klinik dengan tujuan akhir pengurangan kemungkinan kesalahan selama aplikasi dari bahan adhesif (Frankenberger et al, 2001:374).

*All in one*, sistem adhesif satu langkah yang memungkinkan dokter gigi melakukan etsa, priming dan bonding secara serentak (Wei dan Tay, 2003:1), secara umum teknik *self etch* lebih sedikit *technique sensitive* dibandingkan dengan sistem yang menggunakan persiapan asam terpisah dan langkah pembilasan (Tay dan Pashley, 2001:296).

*Self etch* bisa diklasifikasikan sebagai *self etch* ringan, sedang dan berat berdasarkan kemampuannya untuk berpenetrasi pada *smear layer* dentin dan kedalaman demineralisasi pada dentin sub permukaan (Pashley dan Tay, 2001:306).

## 2.2 Dentin dan Pulpa

### 2.2.1 Dentin

Dentin membentuk bagian terbesar dari gigi (Leeson et al, 1996:333). Dentin terdiri dari 65% bahan anorganik dan 35% sisanya adalah bahan organik dan air yang membuat dentin lebih mudah dipotong daripada enamel. Dentin tersusun dalam bentuk tubulus yang didukung oleh anyaman serabut-serabut kolagen yang mengalami kalsifikasi (Baum, Lloyd, 1997:6). Tubuli dentin meluas dari perbatasan predentin ke pertemuan dentin-enamel dan dentin-sementum. Bentuknya seperti kerucut dengan diameter rata-rata 2,5  $\mu\text{m}$  pada dinding pulpa dan 0,9  $\mu\text{m}$  pada pertemuan dentin-enamel atau dentin-sementum, karena deposisi dentin peritubular (Grossman et al, 1995:43). Tubulus berisi perluasan odontoblas yang hidup, yang badan selnya berada pada pinggir pulpa dan bersebelahan dengan dentin yang dibentuk (Baum, Lloyd, 1997:6).

Dentin primer dibentuk sebelum erupsi dan dibagi menjadi dentin mantel, yaitu lapisan pertama dentin yang mengapur, ditumpuk pada enamel dan merupakan sisi dentin pada pertemuan dentin-enamel, dan dentin sirkumpulpa, adalah dentin yang dibentuk setelah dentin mantel. Dentin primer memenuhi



fungsi formatif pertama pada pulpa (Ten Cate, dalam Grossman et al, 1995:44-45).

Dentin sekunder disusun setelah erupsi, dapat dibedakan dari dentin primer karena tubuli membengkok tajam dan menghasilkan sebuah garis demarkasi (Provenza, dalam Grossman et al, 1995:45). Dentin sekunder mempunyai pola inkremental dan struktur tubular kurang teratur dibanding dentin primer, misalnya dentin sekunder ditumpuk dalam kuantitas yang lebih besar pada pada dasar dan atap ruang pulpa daripada dinding pulpa.

Dentin reparatif/iregular/tersier dibentuk sebagai respon protektif terhadap rangsang yang membahayakan (Ten Cate dalam Grossman et al, 1995:45). Bila odontoblas terkena injuri yang tidak dapat diperbaiki, odontoblas hancur dan meninggalkan tubuli kosong (*dead tracts*) yang memungkinkan bakteri dan produk yang membahayakan masuk ke pulpa (Grossman et al, 1995:45).

Apabila ketebalan dentin cukup besar, akan melindungi pulpa. Ketebalan dentin mempengaruhi konsentrasi dan jumlah bahan bonding yang berpenetrasi melalui dentin ke ruang pulpa. Seperti dikemukakan oleh Hamid dan Hume (dalam Vajrabhaya et al, 2003:442), bahwa dentin merupakan barier penting untuk melawan difusi substansi ke ruang pulpa.

### 2.2.2 Pulpa

Pulpa terdiri dari jaringan penghubung vaskular. Dimulai dari perifer, pulpa dibagi dalam daerah odontoblas yang mengelilingi perifer pulpa, daerah bebas sel, daerah kaya sel dan daerah sentral.

Pada daerah odontoblas terdapat saraf kapiler dan saraf sensori tak bermielin, dikelilingi badan sel odontoblas.

Daerah bebas sel atau Weil adalah daerah pulpa yang relatif aselular terletak sentral dari daerah odontoblas. Daerah ini berisi fibroblas, sel mesenkimal dan makrofag. Unsur pokok daerah ini adalah pleksus kapiler, pleksus saraf Rasckow dan substansi dasar. Daerah ini mencolok pada pulpa koronal.

Komponen pokok daerah kaya sel adalah substansi dasar, fibroblas dengan produknya serabut kolagen, sel mesenkimal yang tidak berkembang dan makrofag.

Unsur pokok pulpa adalah substansi dasar, yaitu bagian matriks yang mengelilingi dan menyokong elemen selular dan vaskular pulpa. Substansi dasar adalah substansi gelatinus disusun oleh proteoglikan, glikoprotein dan air. Substansi dasar digunakan sebagai media transpor untuk metabolit dan produk pembuangan sel dan sebagai rintangan terhadap penyebaran bakteri (Grossman et al, 1995:40-47).

Fibroblas adalah sel dominan pulpa, berbentuk stelat dengan nuklei ovoid dan prosesus sitoplasmik. Semakin tua, menjadi lebih bulat, dengan nuklei bulat dan prosesus sitoplasmik pendek. Perubahan bentuk disebabkan oleh pengurangan aktivitas sel karena bertambah tua. Fungsinya adalah pembuatan substansi dasar dan serabut kolagen dan deposisi jaringan yang mengapur. Dapat membuat dentikel dan dapat berkembang untuk menggantikan odontoblas yang mati, dengan kesanggupan untuk membentuk dentin reparatif. Meskipun fibroblas dijumpai pada daerah bebas sel dan kaya sel pulpa, tapi terpusat pada daerah kaya sel, terutama bagian koronal (Grossman et al, 1995:47-48).

Sel mesenkimal yang tidak berkembang berasal dari sel mesenkimal papila gigi. Fungsinya adalah dalam perbaikan dan regenerasi, dapat berkembang menjadi fibroblas, odontoblas dan makrofag/osteoklas. Sel mesenkimal yang tidak berkembang menyerupai fibroblas karena bentuknya stelat dengan nukleus besar dan sitoplasma sedikit. Kalau ada, sel-sel ini biasanya berlokasi di sekitar pembuluh darah pada daerah kaya sel dan sukar dikenali (Grossman et al, 1995:48).

Makrofag ditemukan pada daerah kaya sel, terutama dekat pembuluh darah, fungsinya adalah untuk fagositosis debris nekrotik dan benda asing. Limfosit dan sel plasma, bila terdapat pada pulpa normal, ditemukan pada daerah subodontoblas koronal, berfungsi untuk penjagaan imun (Grossman et al, 1995:48).

Daerah sentral berisi pembuluh darah dan saraf yang tertanam dalam matriks pulpa bersama-sama dengan fibroblas (Grossman et al, 1995:48). Biasanya satu arteriol berdinding tipis dan venule masuk melalui saluran akar gigi, bercabang-cabang dan membentuk anyaman kapiler. Semua pembuluh darah berdinding tipis sehingga peka terhadap tekanan dan letaknya dalam ruangan yang tidak dapat meluas. Jadi pada radang ringan dan edema terjadi penyumbatan pada pembuluh darah dan menyebabkan kematian pulpa (Leeson et al, 1996:336).

### 2.3 Sel Radang

Radang adalah reaksi jaringan hidup terhadap semua bentuk jejas, dalam hal ini yang ikut berperan adalah pembuluh darah, saraf, cairan dan sel-sel di tempat jejas. Penimbunan sel lekosit pada lokasi jejas merupakan aspek penting dari reaksi radang. Lekosit mampu melahap bahan yang bersifat asing (Robbins dan Kumar, 1995:28-32).

Ada tiga jenis lekosit yaitu PMN, monosit dan limfosit. Sel PMN dibagi lagi atas jenis netrofil, eosinofil dan basofil. Jumlah lekosit yang beredar ialah antara 5.000-8.000/mm<sup>3</sup>. Pembagian persen lekosit lebih kurang 60% netrofil, 30% limfosit, 6% monosit, 3% eosinofil dan 1 % basofil (Staf pengajar bagian patologi anatomik FKUI, 1998:49).

Jumlah rata-rata lekosit pada tikus adalah 6.000-18.000/ $\mu$ L, dengan pembagian seperti berikut: 14-20% netrofil, 6% monosit, 1-4% eosinofil dan 43,86% basofil (Baker et al, 1979:110).

Netrofil memiliki fungsi utama untuk fagositosis. Inti dari netrofil sangat polimorf, umumnya terdiri dari tiga atau lima lobus berbentuk lonjong tidak teratur. Sitoplasma diisi oleh granula yang halus yang kebanyakan bersifat netrofil (Leeson et al, 1996:163-164)

Jumlah rata-rata netrofil pada tikus 14-20%, diameter sekitar 11  $\mu$ m, lobus pada inti tidak tegas (Baker et al, 1979:111).

Eosinofil lebih besar dari netrofil, inti biasanya mempunyai dua lobus. Ciri khasnya adalah sitoplasmanya mengandung granula kasar refraktil yang seragam ukurannya (Leeson et al, 1996:164).

Pada tikus, ukuran eosinofil mendekati netrofil, terdiri dari inti yang dapat berbentuk seperti cincin (Baker et al, 1979:111).

Ukuran basofil kurang lebih sama dengan netrofil, dengan batas inti sering tidak teratur. Granula sitoplasma bulat kasar dengan ukuran yang berbeda-beda (Leeson et al, 1996:164).

Pada tikus, inti dari basofil bulat atau oval dan banyak granula kecil tercat gelap, berlawanan dengan basofil manusia dengan karakteristik nukleus berlobus, bervakuola, dan granula besar tercat gelap. Ukuran mendekati netrofil (Baker et al, 1979:111).

Monosit dalam jaringan disebut makrofag, histiosit, sel retikulo endotel, makrofag pengembara, dan lain-lain. Sel makrofag pada keadaan-keadaan tertentu dapat berubah, protoplasmanya menjadi jernih sehingga menyerupai sel epitel, yaitu menjadi sel epiteloid dan sel yang berinti banyak, yaitu sel datia. Makrofag mempunyai daya gerak dan daya fagositosis yang besar (Staf pengajar bagian patologi anatomik FKUI, 1998:50). Inti biasanya eksentrik dalam sel, terlihat mempunyai lekukan yang dalam/tapal kuda (Leeson et al, 1996:162).

Pada tikus, monosit merupakan lekosit yang terbesar, mempunyai inti yang tergulung, sitoplasma berlimpah dan beberapa granula azurofilik atau merah ungu. Mungkin ada kesulitan untuk membedakan monosit dari limfosit besar (Baker et al, 1979:111).

Limfosit adalah sel yang kecil dengan protoplasma yang sedikit (Staf pengajar bagian Patologi anatomik FKUI, 1998:50). Limfosit ada yang besar (10 $\mu$ m), sedang (8-10 $\mu$ m) atau kecil (6-8 $\mu$ m). Inti relatif besar dikelilingi sitoplasma sempit. Inti bulat dan pada umumnya menunjukkan cekungan atau lekukan pada satu sisi (Leeson et al, 1996:162).

Pada tikus, ukuran limfosit sekitar 6-15 $\mu$ m, kebanyakan ukurannya kecil. Inti terdiri dari *chunky-appearing chromatin*. Sitoplasma mungkin kecil sampai

banyak dan range dari gelap sampai biru pucat. Seperti monosit, limfosit terdiri dari granula azurofilik (Baker et al, 1979:111).

#### **2.4 Interaksi Bahan Bonding, Pulpa dan Sel Radang**

Ada beberapa laporan mengenai insiden rendah kerusakan pulpa ireversibel, perubahan histopatologi jaringan pulpa, infiltrasi sel inflamasi dan formasi dentin ireguler dari eksperimen manusia dan binatang yang ditimbulkan oleh bahan bonding dentin (Chen et al, 2001:505-506).

Merk berbeda dari bahan bonding dentin terdiri dari bahan yang berbeda, karena itu toksisitasnya bisa bervariasi tergantung pada komponen di dalamnya (Chen et al, 2001:506).

Respon pulpa terhadap iritasi adalah peradangan dan pembentukan jaringan keras, dentin reparatif dan sklerosis tubular (Harty, FJ, 1992:54).

Penelitian mengenai reaksi pulpa adalah penting, terutama sejak beberapa laporan dari inflamasi kronis berat (Costa et al dalam Murray, 2003:243) atau bahkan nekrosis mengikuti penutupan pulpa terekspos dengan adhesif tertentu (Pameijer dan Stanley dalam Murray et al, 2003:243).

Diketahui komponen hidrofilik dari bahan bonding dentin seperti TEGDMA atau HEMA dapat berdifusi menembus dentin dan mencapai pulpa pada konsentrasi yang dapat menyebabkan kerusakan pulpa (Gerzina, dan Hume, Hamid dan Hume, Gerzina dan Hume dalam Schmalz et al, 1975:188). Komponen resin ini menyebabkan efek inhibisi dari sintesis DNA, kadar protein total dan sintesis protein (Costa et al, 2000:230).

Monomer hidrofil seperti HEMA atau TEGDMA adalah sitotoksik, tapi derajatnya lebih kecil daripada monomer yang hidrofob. Monomer yang hidrofil yang kurang sitotoksik mungkin bertindak sebagai pembawa untuk monomer hidrofob yang lebih toksik. Komponen bahan bonding dentin seperti HEMA atau TEGDMA bisa jadi mempunyai pengaruh pada sistem imun, baik immunosupresi atau immunostimulasi (Schmalz et al, 2002:188).

Respon inflamasi pulpa menetap yang dimediasi oleh makrofag bisa mengurangi pengerahan fibroblas dan mengganggu diferensiasi pulpoblas pada

pemindahan odontoblas untuk sintesis dan deposisi matriks dentin (Costa et al dalam Costa, 2001:237).

Injuri pulpa dan regenerasi nampak dipengaruhi penjumlahan efek injuri awal seperti lesi karies awal (Mjör, dalam Murray et al, 2003:243), trauma preparasi kavitas (Swerdlow dan Stanley dalam Murray et al, 2003:243), aktivitas kimia bahan restorasi (Murray et al, 2003:243), perawatan etsa, usia dan sejarah perawatan pasien, komplikasi post-operatif seperti *microleakage bacterial* (Murray et al, 2003:243), sisa ketebalan dentin, permeabilitas dentin, dan komposisi kimia dari bahan bonding dentin yang digunakan (Chen et al, 2001:506).

## 2.5 Hipotesa penelitian

Terdapat pengaruh dari aplikasi dari bahan bonding resin komposit sinar tampak generasi VI tipe *self etch* terhadap terjadinya peradangan pulpa gigi tikus putih strain *wistar* yang terbuka.



### BAB III METODE PENELITIAN

#### 3.1 Jenis penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimental laboratoris.

#### 3.2 Waktu dan tempat penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli - September 2004 di laboratorium Fisiologi dan Histologi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

#### 3.3 Identifikasi variabel penelitian

##### 3.3.1 Variabel bebas

- Bahan bonding resin komposit sinar tampak tipe *self etch*

##### 3.3.2 Variabel tergantung

- Respon peradangan dalam pulpa koronal gigi tikus putih *strain wistar*

##### 3.3.3 Variabel terkontrol

- jenis kelamin tikus
- umur hewan coba tikus
- berat badan hewan coba tikus
- klasifikasi preparasi kavitas
- merk bahan bonding
- cara pengaplikasian bahan bonding
- volume bahan bonding
- lama penyinaran
- *light curing unit*
- intensitas sinar

### 3. 4 Definisi operasional penelitian

#### 3. 4.1 Bahan bonding resin komposit sinar tampak tipe *self etch*:

Yaitu bahan bonding yang mengandung etsa asam, priming dan bonding dan hanya memerlukan pada satu kali aplikasi tanpa perlu melakukan prosedur perawatan pendahuluan dengan asam fosfor dan pembilasan.

#### 3. 4.2 pulpa:

Jaringan ikat kaya pembuluh darah dan saraf yang terdapat di dalam rongga pulpa yang berasal dari mesoderm terdapat dalam kavum sentralis gigi dan dibatasi dengan dentin dan memiliki fungsi formatif, nutritif, sensorik dan protrektif (Dorland, 2002:1809).

#### 3.4.3 Sel Radang

Sel dalam darah manusia yang mengandung inti, ada dua golongan yaitu granuler (netrofil, eosinofil dan basofil) dan agranuler (limfosit dan monosit).

### 3. 5 Alat dan bahan penelitian

#### 3. 5.1 Alat

1. sarung tangan
2. timbangan
3. jarum suntik untuk anestesi tikus
4. *contra angle hand piece*
5. mata bur *contra angle hand piece* (*round bur no 0,9*)
6. mikroskop cahaya
7. *light curing unit* (Litex<sup>TM</sup>, Dentamerica)
8. papan fiksasi
9. mikromotor
10. chip blower
11. instrumen plastis untuk menempatkan komposit
12. sonde
13. kaca mulut

14. toples/wadah transparan untuk anestesi eter tikus
15. pinset
16. tali untuk fiksasi tikus
17. gunting kuku

### 3. 5.2 Bahan

1. bahan bonding resin komposit sinar tampak tipe *self etch* merk Xeno III
2. makanan standart tikus
3. eter dan ketalar (parke-Davis)
4. resin komposit sinar tampak (Superlux)
5. *cotton rolls*
6. hematoksilin-eosin
7. formalin 10%

### 3. 6 Kriteria sampel

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah tikus putih *strain wistar* dengan persyaratan sebagai berikut :

- jenis kelamin jantan
- berat badan  $\pm$  200 - 250 gram
- Usia  $\pm$  3 bulan
- Tikus dalam keadaan sehat

### 3. 7 Jumlah sampel

Jumlah sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah 16 gigi molar dari 8 ekor tikus putih *strain wistar*.

### 3. 8 Cara kerja

#### 3.8.1 prosedur perlakuan pada hewan coba

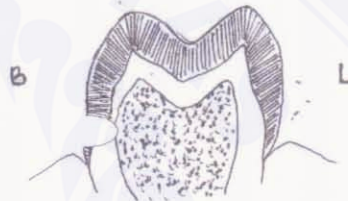
1. Tikus putih *strain wistar* diadaptasikan pada lingkungan yang sama selama satu minggu, diberi makanan standart dan minum *ad libitum*.
2. Tikus putih *strain wistar* dianestesi general dengan ketalar (Parke-Davis) dan ditunggu hingga mencapai stadium 3 plana 1, yang ditandai dengan

pernapasan perut teratur, volume pernapasan besar, bola mata tidak bergerak, relaksasi sempurna, tonus otot mulai menurun (Staf pengajar bagian anestesiologi dan Terapi Intensif FKUI, 1989:45).

3. Tikus diikat pada papan fiksasi dengan posisi terlentang dan regio posterior diisolasi dengan cotton roll
4. Membuat preparasi kelas V pada satu gigi molar pertama rahang atas untuk kelompok perlakuan. Gigi kontrol diambil dari gigi molar sebelah kontralateral, tanpa perlakuan apapun. Preparasi dilakukan dengan menggunakan mata bur *round end* no 0,9, kemudian diperforasi dengan *steel bur* diameter 0,5 mm.



Pandangan bukal



Penampang hasil preparasi

Gambar 1. preparasi pada gigi molar rahang atas tikus

5. Persiapan bahan bonding dentin (Xeno III). Kocok botol A dua sampai tiga kali, dan botol dimiringkan pada tempat mengaduk yang telah tersedia, botol B dimiringkan pada tempat mengaduk, tunggu sekitar dua detik, dengan perbandingan antara cairan dari botol A dan B seimbang, kemudian aduk kira-kira lima detik.
6. Kavitas dibilas dengan akuades, dan dikeringkan dengan semprotan udara ringan dan bahan bonding (Xeno III) diaplikasikan dengan kuas yang tersedia dibiarkan selama 20 detik, lalu disemprot ringan dengan *chip blower* sampai tidak mengalir, lalu disinari selama 10 detik, kemudian ditumpat dengan resin komposit sinar tampak (Superlux) dan disinari selama 40 detik.
7. Setelah 3 hari tikus didekapitasi, dengan cara pemberian over dosis eter, tikus dimasukkan dalam toples/wadah transparan yang didalamnya terdapat kapas yang telah dibasahi dengan eter.

8. pengambilan/ekstraksi gigi, kemudian akarnya segera dipotong ditengah-tengah antara *cemento-enamel junction* dan apek dengan gunting kuku.

### 3.8.2 prosedur pembuatan preparat:

Setelah proses dekalsifikasi gigi dipotong secara horisontal arah buko-lingual mengenai kavitas dengan menggunakan mikrotom. Tahap pembuatan preparat diuraikan pada lampiran 3.

### 3.8.3 Prosedur pengecatan:

Tahap pengecatan Hematoksilin-eosin diuraikan pada lampiran 3

## 3.9 Pengamatan

Data penelitian yang diperoleh merupakan hasil pengamatan secara histologis dari gigi yang diberi perlakuan dan gigi kontrol. Pengamatan dengan menggunakan mikroskop cahaya, perbesaran antara 400 – 1.000 kali dan difokuskan pada perbedaan kategori respon sel radang pada pulpa koronal dan data diperoleh dengan kriteria sebagai berikut :

Tabel 1. Respon sel radang pulpa

skor	kategori	Karakterisasi
0	<i>None</i>	Pada pulpa terdapat sedikit sel inflamasi atau tidak ada sel inflamasi sehubungan dengan tubuli terpotong pada dasar kavitas, karakterisasi seperti jaringan normal
1	<i>Slight</i>	Pulpa mempunyai lesi sel inflamasi terlokalisasi yang dipredominasi oleh PMN atau limfosit mononuklear
2	<i>Moderate</i>	Terdapat lesi leukosit polimorfonuklear lebih dari sepertiga pulpa koronal
3	berat	Jaringan pulpa mengalami nekrosis yang luas, diikuti injuri sel radang kronik.

Sumber : Costa et al (2001)

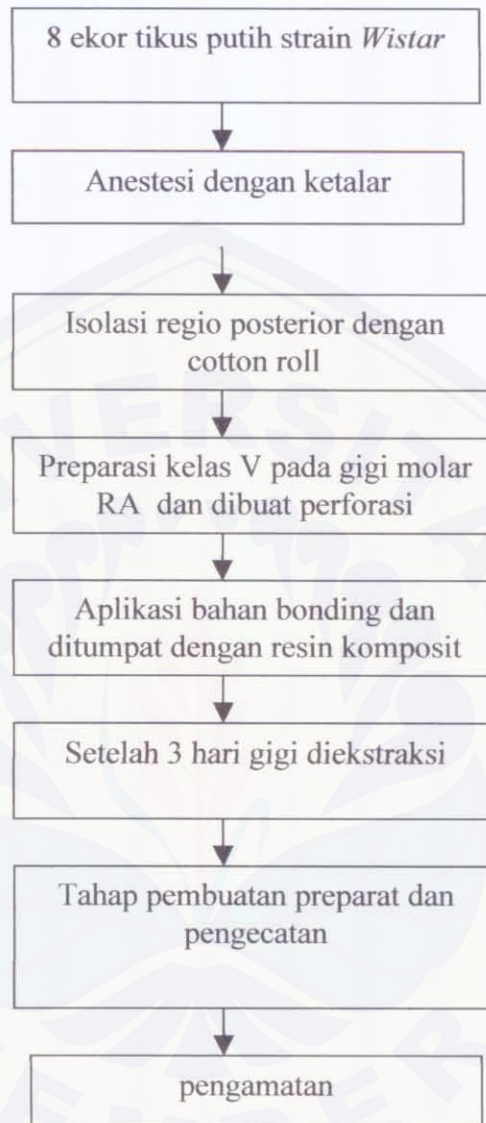
### 3.10 Analisa data

Data yang diperoleh dianalisa dengan menggunakan *Mann Whitney U test* dengan  $\alpha = 0,05$

Tabel 2. Rancangan tabel data penelitian

No	Skor respon sel radang pulpa	
	perlakuan	Kontrol
1	$X_{1\ 1}$	$X_{2\ 1}$
2	$X_{1\ 2}$	$X_{2\ 2}$
3	$X_{1\ 3}$	$X_{2\ 3}$
4	$X_{1\ 4}$	$X_{2\ 4}$
5	$X_{1\ 5}$	$X_{2\ 5}$
6	$X_{1\ 6}$	$X_{2\ 6}$
7	$X_{1\ 7}$	$X_{2\ 7}$
8	$X_{1\ 8}$	$X_{2\ 8}$

### 3.11 Alur Penelitian



Gambar 2. alur penelitian

**BAB IV**  
**HASIL DAN ANALISA DATA**

**4.1 Hasil penelitian**

Dari hasil penelitian tentang pengaruh dari aplikasi bahan bonding dentin generasi VI tipe *self etch* pada pulpa yang terbuka dari gigi tikus putih *strain wistar*, selama tiga hari didapatkan hasil seperti yang ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Skor respon peradangan dalam pulpa koronal gigi tikus putih *strain wistar* yang dipapar bahan bonding dentin generasi VI tipe *self etch* merk Xeno III

Sampel	Skor respon sel radang pada pulpa koronal	
	perlakuan	Kontrol
1	2	0
2	3	1
3	1	0
4	2	0
5	1	0
6	3	0
7	1	1
8	1	0

Keterangan :

- 0 (*None*) : Pada pulpa terdapat sedikit sel inflamasi atau tidak ada sel inflamasi sehubungan dengan tubuli terpotong pada dasar kavitas, karakterisasi seperti jaringan normal
- 1 (*Slight*) : Pulpa mempunyai lesi sel inflamasi terlokalisasi yang dipredominasi oleh PMN atau limfosit mononuklear
- 2 (*Moderate*) : Terdapat lesi leukosit polimorfonuklear lebih dari sepertiga pulpa koronal
- 3 (*berat*) : Jaringan pulpa mengalami nekrosis yang luas, diikuti injuri sel radang kronik.



Dari tabel 3 dapat diketahui, bahwa setelah perlakuan selama tiga hari pada kelompok perlakuan didapatkan empat sampel dengan kategori *slight*, dua sampel dengan kategori *moderate*, dan dua sampel dengan kategori berat. Pada kelompok kontrol tanpa perlakuan apapun didapatkan hanya dua sampel yang berada pada kategori *slight*.

#### 4.2 Analisa Data

Data dianalisa dengan uji *Mann Whitney U* untuk membandingkan skor peradangan antara kelompok kontrol karena aplikasi dari bahan bonding dentin generasi VI tipe *self etch* pada pulpa yang terbuka dan kelompok perlakuan. Data dianalisa dengan uji *Mann Whitney U* karena datanya berupa data ordinal, yang didapat dari dua sampel independen.

Tabel 4. Uji *Mann Whitney U* skor respon peradangan akibat penggunaan bahan bonding dentin generasi VI tipe *self etch* pada pulpa koronal gigi tikus putih *strain wistar* yang terbuka.

Kelompok	N	Mean Rank	Z	Probabilitas
Perlakuan	8	12	-3,110	0,002
Kontrol	8	5		

Pada tabel 4 terlihat bahwa respon sel radang antara kelompok kontrol dan perlakuan berbeda bermakna karena nilai Z adalah  $-3,110$  dan nilai probabilitas  $0,002$  ( $p < 0,05$ ).

## BAB V PEMBAHASAN

Penggunaan resin komposit sinar tampak akhir-akhir ini makin populer karena memiliki biokompatibilitas dan kemampuan yang lebih baik dibandingkan dengan restorasi amalgam konvensional (Murray et al, 2003:242). Salah satu kekurangan resin komposit sinar tampak adalah sulit melekat ke dentin sehingga diperlukan bahan adhesif yang dasarnya adalah prinsip bonding (Wei dan Tay, 2003:1). Salah satu bahan yang digunakan untuk membantu adhesi antara resin komposit sinar tampak dan dentin yang terbaru adalah bahan bonding dentin tipe *self etch* dari generasi VI (Tay dan Pashley, 2001:305).

Kekurangan dari bahan bonding dentin tipe *self etch* adalah memiliki nilai pH yang lebih rendah dari normal yang kemungkinan bersifat toksik (Van Meerbeek, 2003:231-232). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa aplikasi dari bahan bonding dentin generasi VI tipe *self etch* merk xeno III pada pulpa terbuka mempengaruhi pulpa dengan menyebabkan respon peradangan pada pulpa koronal gigi tikus putih strain *wistar* setelah tiga hari dari perlakuan.

Pada kelompok perlakuan, didapatkan empat sampel berada pada kategori *slight*, yaitu pada pulpa terdapat lesi sel inflamasi terlokalisasi yang dipredominasi oleh PMN atau limfosit mononuklear. Dua sampel berada pada kategori *moderate*, yaitu pada pulpa terdapat lesi leukosit polimorfonuklear lebih dari sepertiga pulpa koronal. Dua sampel berada pada kategori berat, jaringan pulpa mengalami nekrosis yang luas, diikuti injuri sel radang kronik.

Respon peradangan pulpa mungkin berhubungan dengan iritasi pulpa karena bahan-bahan dalam bahan bonding dentin (Chen et al, 2001: 506). Bahan bonding dentin merk xeno III ini terdiri dari dua botol yang mengandung bahan primer asam HEMA, etanol, air sebagai pelarut, aerosil, *stabilizer*, pyro-EMA yang membentuk gugus fosfor setelah hidrolisis, polymerizable PEM-F yang melepas fluoride, UDMA, Hidrolized pyro-EMA, dan *Champorquinone*. Reaksinya akan menghasilkan larutan yang sangat asam dengan pH kurang dari

satu yang bekerja mengetsa enamel dan dentin serta melarutkan sebagian *smear layer* (Wei dan Tay, 2003:2).

Pada pulpa yang terbuka dan diaplikasikan bahan bonding dentin generasi VI tipe *self etch* merk xeno III yang bersifat sangat asam tersebut dapat memicu terjadinya proses peradangan pada pulpa. Respon peradangan merupakan proses pertahanan, dimana terjadi reaksi jaringan hidup terhadap jejas. Proses peradangan memusnahkan, melarutkan atau membatasi agen penyebab. Dalam proses peradangan ikut berperan pembuluh darah, saraf, cairan dan sel tubuh di tempat jejas (Robbins dan Kumar, 1995:28).

Respon inflamasi pulpa dipengaruhi banyak hal selain komposisi dari bahan bonding dentin dan ukuran dari pulpa yang terbuka. Inflamasi pulpa dapat dipengaruhi sejumlah efek dari injuri awal seperti lesi karies awal, trauma preparasi kavitas, aktivitas kimia bahan restoratif, prosedur etsa dan komplikasi post-operatif seperti kebocoran bakteri (*microleakage bacterial*) pada tepi restorasi (Murray et al, 2003:243). Setiap terjadi kebocoran bakteri pada tepi restorasi, kategori inflamasi pulpa akan meningkat (Murray et al, 2003:246). Beberapa studi mengindikasikan bahwa faktor toksik bahan kimia dari bahan restorasi kurang berarti dalam menyebabkan injuri pulpa daripada kebocoran bakteri di tepi restorasi (Ivanyi et al, 2000:418). Selain itu perbedaan respon peradangan dapat diakibatkan karena perbedaan diameter pulpa yang terbuka. Ukuran dari pulpa terbuka yang terlalu besar mempunyai resiko kebocoran mikro yang lebih besar (Seltzer dan Bender's, 2002:312).

Respon inflamasi pulpa juga dipengaruhi oleh kesempurnaan penyinaran. Bahan bonding dentin seharusnya disinari sesempurna mungkin untuk mencegah potensial iritasi pulpa akibat bahan bonding dentin (Chen et al, 2001:509). Lama penyinaran yang tidak tepat dapat menyebabkan proses polimerisasi tidak terjadi secara sempurna sehingga kandungan monomer sisa meningkat (Hensten dalam Nirwana, 2001: 119), dan monomer sisa yang dihasilkan karena polimerisasi yang tidak sempurna akan bersifat toksik (Hanks dalam Effendy, 1993:6).

Inflamasi pulpa setelah aplikasi bahan bonding dentin pada pulpa terbuka juga dipengaruhi oleh terdapatnya kepingan dentin yang dihasilkan setelah

preparasi kavitas dengan menggunakan instrumen putar, yang memungkinkan menghasilkan keradangan akibat kepingan dentin yang terdapat dalam pulpa mungkin mengandung *microflora oral* (Seltzer dan Bender's, 2002:312).

Impaksi dari bahan bonding dentin pada jaringan pulpa dapat menimbulkan efek yang sama dengan terdapatnya kepingan dentin pada pulpa. Pulpa yang terbuka sering terjadi selama penghilangan jaringan karies. Idealnya, bahan bonding dentin seharusnya ditempatkan pada pulpa secara lembut pada pulpa terbuka dan tidak masuk pada jaringan pulpa yang lebih dalam. Tetapi, mengontrol atau meminimalisir impaksi dari bahan bonding dentin tidak selalu dapat dicapai (Seltzer dan Bender's, 2002:313).

Kemampuan untuk menimbulkan reaksi imun dan inflamasi lokal karena jejas dalam pulpa didukung oleh sel-sel imunokompeten dalam jaringan pulpa yang berasal dari aliran pembuluh darah pulpa, seperti limfosit, makrofag dan *dendritic cells* ( Seltzer dan Bender's, 2002:110-111). Sel-sel imunokompeten yang terdapat dalam jaringan ikat pulpa dapat merespon sejumlah keadaan klinik seperti karies, preparasi kavitas, dll.

Masuknya bahan-bahan asing ke dalam jaringan akan menyebabkan berhimpunnya unsur-unsur pertahanan disekitar bahan asing, emigrasi sel-sel imunokompeten keluar dari pembuluh darah ke dalam jaringan. Oleh sebab itu radang memiliki tiga komponen penting, yaitu perubahan penampang pembuluh darah dengan akibat meningkatnya aliran darah, perubahan struktural pada pembuluh darah mikro yang memungkinkan protein plasma dan leukosit meninggalkan sirkulasi darah, dan agregasi leukosit dilokasi jejas (Robbins dan Kumar, 1995:29). Sejumlah mediator inflamasi yang dibebaskan setelah injuri pada pulpa dapat mempunyai efek langsung atau tidak langsung melalui pengaturan serabut saraf sensoris trigeminal. Dua aksi mayor dari mediator inflamasi akut adalah mempengaruhi aliran darah pulpa dan meningkatkan permeabilitas kapiler dan berlanjut pada ekstrasvasasi plasma. Peningkatan permeabilitas dari pembuluh darah membuat pengeluaran protein plasma dan leukosit dari kapiler ke area yang terinflamasi untuk membuat netralisasi, dilusi dan fagositosis iritan (Seltzer dan Bender's, 2002: 143). Setelah meninggalkan

pembuluh darah, leukosit bergerak menuju ke arah utama lokasi jejas melalui mekanisme kemotaksis (Robbins dan Kumar, 1995: 33). Keradangan pada pulpa sama dengan keradangan pada jaringan ikat lain yang dimediasi oleh faktor seluler dan molekuler, yang tujuannya adalah memerangi bahan yang mengiritasi dan meminimalkan efeknya yang merusak (Seltzer dan Bender's, 2002 : 247). Vasodilatasi dan peningkatan aliran darah nampak pada fase awal keradangan pulpa. Area pada pulpa yang paling dekat dengan bahan yang mengiritasi nampak paling terpengaruh dan menderita manifestasi keradangan yang lebih berat. (Seltzer dan Bender's, 2002: 248).

Suatu proses yang penting pada keradangan adalah gerakan leukosit ke area yang teriritasi. Saat terjadi vasodilatasi dan peningkatan permeabilitas vaskular, leukosit berada pada posisi perifer dari pembuluh darah, suatu kondisi yang disebut marginasi (Seltzer dan Bender's, 2002:251). Jadi letak leukosit sedemikian rupa, sehingga mengadakan hubungan dengan permukaan endotel. Mula-mula leukosit bergerak dan menggulung pelan-pelan sepanjang permukaan endotel tetapi kemudian sel-sel tersebut akan melekat dan melapisi permukaan endotel (Robbins dan Kumar, 1995:32). Kemudian leukosit memasukkan pseudopodia pada celah antara sel endotel dan berpindah mengikuti gradien kemotaktik melewati membran basal ke area yang terinflamasi. Pergerakan leukosit dari kapiler ke area yang terinflamasi ini adalah untuk membuat netralisasi, dilusi dan fagositosis iritan (Seltzer dan Bender's, 2002: 143).

Monomer hidrofilik mungkin bertindak sebagai pembawa untuk monomer hidrofobik yang lebih toksik (Schmalz et al, 2002:188). Konsentrasi yang relatif rendah dari HEMA, BISGMA, BPA, TEGDMA, UDMA dan komponen resin lain mempunyai sitotoksitas yang jelas pada kultur sel. Komponen-komponen resin ini menyebabkan efek inhibisi dari sintesis DNA, kadar protein total dan sintesis protein (Costa et al, 2001:232).

Setelah aplikasi pada pulpa terbuka dengan bahan bonding dentin, beberapa studi menunjukkan tidak ada kelainan pada pulpa, tapi kerusakan pulpa yang berat ditemukan pada penelitian lain (Schmalz et al, 2002:188). Sedangkan pada penelitian ini ditemukan inflamasi baik dari kategori ringan (empat sampel),

sedang (dua sampel) maupun berat (dua sampel) setelah tiga hari diaplikasikan. Beberapa hasil dari penelitian lain tentang pengaruh dari aplikasi bahan bonding dentin generasi VI tipe *self etch* yang berbeda menunjukkan respon peradangan yang tergolong ringan dimana hampir didominasi oleh respon peradangan yang ringan dan beberapa pada kategori sedang setelah tiga hari (Medina et al, 2003:333). Sedangkan hasil dari aplikasi bahan bonding dentin generasi V setelah tiga hari menunjukkan hasil terjadinya respon peradangan yang hampir didominasi kategori sedang sampai berat (Medina et al, 2003:333).

Apabila pulpa tidak terbuka, sisa ketebalan dentin setelah preparasi kavitas akan mempengaruhi konsentrasi dan jumlah bahan bonding dentin yang berpenetrasi melalui tubuli dentin dan masuk ke pulpa. Jadi tingkat difusi harusnya berkebalikan dengan ketebalan dentin dan secara langsung sebanding dengan fraksi dari area dentin terpotong yang mengandung tubuli dentin (Vajrabhaya et al, 2003:442). Sisa ketebalan dentin disekitar pulpa mempunyai efek protektif yang penting untuk melawan permeabilitas dari racun yang terurai dari bahan restoratif ke jaringan pulpa (Ivanyi, 2002:370).



## BAB VI

### SIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa statistik dapat disimpulkan bahwa :

1. Aplikasi bahan bonding dentin generasi VI tipe *self etch* berpengaruh terhadap pulpa koronal yang terbuka gigi tikus putih *strain wistar*.
2. Aplikasi bahan bonding dentin generasi VI tipe *self etch* dapat menyebabkan respon peradangan pada pulpa koronal yang terbuka dari gigi tikus putih *strain wistar*.

#### 6.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang efek dari aplikasi bahan bonding dentin generasi VI merk Xeno III pada pulpa terbuka terhadap inflamasi pulpa pada jangka waktu lama.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang efek dari aplikasi bahan bonding dentin generasi VI merk Xeno III apabila pulpa tidak terbuka terhadap inflamasi pulpa pada jangka waktu pendek dan jangka waktu yang lama

DAFTAR PUSTAKA

- Alavi, AA, N. Kianimanesh. 2002. "Microleakage of Direct and Indirect Resin Composites With Three Dentin Bonding Agents". Dalam *Operative Dentistry*. Vol. 27. p. 19-24.
- Al Qahtani, JA Platt, BK Moore, MA Cuchran. 2003. "The Effect On Shear Bond Strength of Rewetting Dry Dentin With Two Desensitizers" Dalam *Operative Dentistry*. Vol.28. p.287-296.
- Baker, Henry J, J. Russell Lindsey, Steven H Weisbroth. 1979. *The Laboratory Rat* Volume 1. San Diego, New York, Boston, London, Sydney, Tokyo, Toronto: Hartcairt Brance Jovanoveh Publisher.p.110-111
- Baum, Lloyd, Phillips dan Lund. 1997. *Buku Ajar Ilmu Konservasi Gigi*. Jakarta : EGC. P.251-300.
- Cardoso, PEC, MA Meloncini, E Placido, JDO Lima, AU Tavares. 2003. "Influence of The Substrate and Load Application Methode On The Shear Bond Strength of Two Adhesive Systems". Dalam *Operative Dentistry* . Vol. 28. p. 388-394.
- Chen, RS, CC Liu, W, WY Tseng, CY Hong, CC Hsieh, JH Jeng. 2001. "The Effect of Curing Light Intensity On The Cytotoxicity of A Dentin Bonding Agent". Dalam *Operative Dentistry*. Vol. 26. p. 505-510.
- Costa, CA de Souza, A.B. Lopes do Nascimento, H.M. Teixeira, U.F. Fontana. 2001."Response of Human Pulp Capped With A Self Etch System". Dalam *Dental Material*. Vol.17. Academy of Dental Materials. P. 230-240.
- Dorland, W.A Newman. 2002. *Kamus Kedokteran Dorland*. Jakarta: EGC. p.1809.
- Effendy R. 1993. Pengaruh suhu dan lama penyimpanan Resin komposit terhadap sifat kimia, fisik, mekanik dan biokompatibilitas. Disertasi. Surabaya: program pasca sarjana Universitas Airlangga. P.1-206.
- Frankenberger, R., J. Perdigao, B.T. Rosa, M. Lopes. 2001. "'No-Bottle vs Multi-Bottle' Dentin Adhesives- a Microtensile Bond Strength and Morphological Study". Dalam *Dental Material*. Vol.17. Academy of Dental Materials. P. 373-380.



- Frankenberger, N Kramer, A Petscheit. 2000. "Technique Sensitivity of Dentin Bonding: Effect of Application mistakes on Bond Strength and Marginal Adaptation". Dalam *Operative Dentistry*. Vol. 25. p. 324-330.
- Grossman, Louis I, Seymour Oliet, Carlos E. Del Rio. 1995. *Ilmu Endodontik Dalam Praktek*. Jakarta : EGC. p.40-48.
- Hannig, M, K.J Reinhardt, B Bott. 1999. "Self Etching Primer vs Phosphoric Acid: An Alternative Concept for Composite to Enamel Bonding". Dalam *Operative Dentistry*. Vol. 24. p.172-180.
- Harada, Naoko, Masatochi Nakajima, Patricia N.R. Pereira, Saori Yamaguchi, Miwako Ogata, Junji Tagami. 2000. "Tensile Bond Strength of a Newly Developed one-Bottled Self Etch Resin Bonding System to Various Dental Substrates". Dalam *Dentistry in Japan* (Maret). Vol.36. p. 47-53.
- Harty, F.J. 1992. *Endodonti klinis*. Jakarta: Hipokrates.p.54.
- Hayakawa, Tohru, Kazuyo Kikutake, Kimiya Nemoto. 1998. "Efficacy of Self Etch Primers containing carboxylic acid monomers on the Adhesion Between Composites Resins and Dentin". Dalam *Journal of Oral Science*. Vol. 40. No 1. p.9-16.
- Ivanyi, I, A E Balogh, L Rosivall, I Nyarasdy. 2000. "In Vivo Examination of The Scotchbond Multi Purpose Dental Adesive System in Rat (Vitalmicroscopy study)". Dalam *Operative Dentistry*. Vol. 25. p.418-423.
- Ivanyi, I, B Kispelyi, A Fazekas, L Rosivall, I Nyarasdy. 2001. " The Effect of Acid Etching on Vascular Diameter of Pulp Vessels in Rat Incisor (Vitalmicroscopic Study)". Dalam *Operative Dentistry*. Vol.26. p.248-251.
- Ivanyi, I, A E Balogh, A Fazekas, L Rosivall, I Nyarasdy. 2002. "Comparative Analysis of Pulpal Circulatory Reaction to an Acetone-Containing and an Acetone-Free Bonding Agent as Measured by Vitalmicroscopy". Dalam *Operative Dentistry*. Vol.27. p.367-372.
- Kiba, Hideo, Tohru Hayakawa, Kuniyoshi Nakanuma, Muneyoshi Yamazaki, Hirotsugu Yamamoto. 2000. "Pulpal Reactions to Two Experimental Bonding System for Pulp Capping Procedures". Dalam *Journal of Oral Science*. Vol.42 no 2. p. 69-74.

- Koibuchi, H., N. Yasuda, N. Nakabayashi. 2001. "Bonding to Dentin with A Self Etching Primer : The Effect of Smear Layer ". Dalam *Dental Material*. Vol.17. Academy of Dental Materials. P.122-126.
- Leeson, C. Roland, Thomas S. Leeson, Anthony A. Paparo. 1996. *Buku Teks Histologi*. Jakarta : EGC. p.333-336.
- Luo, Y., E.C.M., Lo, S.H.Y., Wei, F.R. Tay. 2002."Comparison of Pulse Activation vs Conventional Light Cure on Marginal Adaptation of a Compomer Conditioned Using a Total Etch or a Self Etch Technique". Dalam *Dental Material*. Vol. 18. Academy Of Dental Materials. P.36-48
- Mahan L.K., dan Silvia E. 1996. *Food Nutrition and Diet Therapy 9<sup>th</sup> edition*. Philadelphia. W.B. Saunders Company
- Medina, VO, III, K. Shinkai, M Shirono N tanaka, Y Katoh. 2002. "Histopathologic study on pulp response to single bottle and self etch adhesive systems". Dalam *Operative Dentistry*. Vol. 27. p. 331-341.
- Meerbeek B Van. 2003. "Adhesion to Enamel and Dentin Current Status and Future Challenges". *Operative Dentistry* : 215-235
- Mount, Graham J., W.R. Hume. 1998. *Preservation and Restoratif of Tooth Structure*. Mosby, London, Philadelphia, St. Louis, Sidney, Tokyo. P.207.
- Murray, PE, LJ Windsor, AA Hafez, RG Stevenson, CF Cox. 2003. "Comparison of Pulp Responses to Resins Composites" Dalam *Operative Dentistry*. Vol. 28. No 3. p.242-250.
- Nirwana, I. 2001. "Kandungan monomer sisa pada Resin Akrilik Rapid Cured dengan proses curing berbeda". Dalam *Majalah Kedokteran Gigi*. Vol.34. Surabaya. P.119-121
- Pashley, David D, Franklin Respenden Tay. 2001. "Aggressiveness of Contemporary Self Etch Adhesives. Part II: Etching Effects on Ungroun Enamel". Dalam *Dental Material*. Vol. 17. Academy of Dental Materials. P.430-444.
- Peutzfeldt, A., E. Asmussen. 2002. "Composite Resins: Influence of Flowable and Self Curing Resin Komposite Linings on Microleakage In Vitro". Dalam *Operative Dentistry*. Vol. 27. p.569-575.

- Prati, C, S. Chersoni, R. Mongiorgi, DH Pashley. 1998. "Resin Infiltrated Layer Formatif of New Bonding Systems". Dalam *Operative Dentistry*. Vol. 23. p.185-194.
- Robbins, Stanley L. dan Vinay Kumar. 1995. *Buku Ajar Patologi*. Jakarta: EGC.p.28-45.
- Seltzer and Bender's. 2002. *Dental Pulp*. China : Quintessence Publishing Co, Inc.
- Schmalz, G., Uta Schuster, Angela Koch, Helmut Schweiki. 2002. "Cytotoxicity of Low pH Dentin Bonding Agent in A Dentin Barrier. Test In Vitro. Dalam *Journal Of Endodontics*. (Maret, 28)No 3. USA: The American Association of Endodontist. P.188-192.
- Staf Pengajar Bagian Anestesi dan Terapi Intensif FKUI. 1989. *Anestesiologi*. Jakarta: FKUI. p.45.
- Staf pengajar bagian Patologi anatomik FKUI. 1998. *Kumpulan kuliah Patologi*. Jakarta: FKUI. p.49-50.
- Stanley, Harold Responden , Robert E. Going, Howard H. Chauncey. 1975. "Human Pulp Response To Acid Pretreatment of Dentin and Resin Composite" .Dalam *Journal Of American Dental Association* (Oktober, 91) p.817-825.
- St Georges, A., EJ Swift, JY Thompson, HO Heymann. 2002. "Curing Light Intensity Effects on Wear Resistance of Two Resin Composites" Dalam *Operative Dentistry*. Vol. 27. p.410-417.
- Stell dan Torrie. 1980. *Prinsip dan Prosedur Statistika*. Alih bahasa : Bambang Sumantri. Judul asli : *Principle and Procedure of Statistic*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama. P.113-119
- Sutopo. 1980. *Adhesi Komposit Resin dengan Teknik Etsa Asam Untuk Restorasi Kerusakan Gigi, Penelitian Laboratoris*. Disertasi. Surabaya: Airlangga University Press. p.1-23
- Swift, Edward J., Jorge Perdigao, H.O. Heymann. 1995."Bonding to Enamel and Dentin: A Brief History and State of The Art". Dalam *Quintessence International* (April, 26) No 2. Washington DC. P.95-110.
- Takeuchi, CYG, VH Orbegoo Flores, RG Palma Dibb, H. Panzeri, EHG Lara, W Dinelli. 2003. "Assesing The Surface Roughness of A Post Resin Composite: Effect of Surface Sealing" Dalam *Operative Dentistry*. Vol. 28. No 3. p.281-286.

- Tay, Franklin Responden , David H Pashley. 2001. "Aggresiveness of Contemporary Self Etch Systems. I: Depth of Penetration Beyond Dentin Smear Layer" Dalam *Dental Material*. Vol. 17. Academy Of Dental Materials. P.296-308.
- Vajrabhaya, L., A. Pasasuk, C. Harnirattisai. 2003. "Cytotoxicity Evaluation of Single Component Dentin Bonding Agent". Dalam *Operative Dentistry*. Vol. 20. p. 440-444.
- Van Meerbeek, B., J. De Munck, Y. Yushida, S. Inoue, M. Vargas, P Vijay, K Van Laundryt, P. Lambrechts, G. Van herle. 2003. "Adhesion to Enamel and Dentin : Current Status and Future Challenges". Dalam *Operative Dentistry*. Vol. 28. No 3. p.215-235.
- Wang C.Y., Tanii I.N., Stashenko P. 1997. "Bone Resortive cytokine gene expression in periapical lessions". Dalam *Oral Microbiology and immunology*. Vol. 12. p.68-72.
- Wei, Stephen H dan Franklin Responden Tay. 2003. "Xeno III and Self Etch Bonding". Dalam *Update* (Mei-Agustus, 14) p.1-5.
- Wolaneck, Gary A, Robert J. Loshine, R. Norman Weller, W. Frank Kimbronk, Keith Responden Volkmann. 2001. "In Vitro Bacterial Penetration of Endodontically treated Teeth Coronally Sealed With A Dentin Bonding Agent". Dalam *Jornal of Endodontics*. (Mei, 27) No 5. USA: The American Association Of Endodontist. p.354-357.

## Lampiran 1. Perhitungan Besar Sampel

### Perhitungan Jumlah Sampel

Besar sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah berdasarkan rumus sebagai berikut:

$$n = \frac{(Z\alpha + Z\beta)^2 \sigma^2}{\delta^2}$$

keterangan:

n = Besar sampel minimal

Z $\alpha$  = Batas atas nilai konversi pada tabel distribusi normal untuk batas kemaknaan (1,96)

Z $\beta$  = Batas bawah nilai konversi pada tabel distribusi normal untuk batas kemaknaan (0,85)

$\sigma^2$  = Diasumsikan  $\sigma^2$  ( $2\delta^2$ )

$\alpha$  = Tingkat signifikan (0,20)

P=1- $\beta$

$\beta$  = 0,20

Maka hasil penghitungan besar sampel adalah sebagai berikut:

$$n = \frac{(1,96+0,85)^2 \sigma^2}{\sigma^2}$$

$$n = 7,896$$

$$n = 8$$

Jadi besar sampel minimal berdasarkan perhitungan diatas adalah 8 sampel untuk tiap kelompok (Stell dan Torrie, 1995).

**Lampiran 2. Makanan Standart Tikus**

## Makanan Standart Tikus

Makanan standar untuk tikus yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis konsentrat yang memiliki komposisi sebagai berikut :

Protein	21 %
Serat	4 %
Lemak	4 %
Air	14 %
Abu	6,5 %
Kalsium	0,9 – 1,1 %
Fosfor	0,7 – 0,9 %

Sumber : Feedmill Malindo, Gresik

**Lampiran 3. konversi dosis Ketalar**

Dosis yang digunakan = a + b (ml/gr BB)

Keterangan :

- a = ketalar  
 = 90/1.000 ml X Berat badan Tikus  
 b = Aquabides  
 =  $\frac{1}{3}$  X a

(Wang et al, 1997)

Misalkan berat badan tikus = 200 gram

$$\begin{aligned} a &= \frac{90}{1.000} \times 200 \\ &= 18 \text{ mg} \end{aligned}$$

1 ml K X 100 mg K

$$18 \text{ mg K/a} = 100/1 \text{ ml}$$

$$a = 18/100$$

$$a = 0,18 \text{ ml}$$

$$b = \frac{1}{3} a$$

$$= \frac{1}{3} \times 0,18$$

$$= 0,06$$

$$\text{jadi dosis yang digunakan} = a + b$$

$$= 0,18 + 0,06$$

$$= 0,24 \text{ ml}$$

**Lampiran 4. Tahap Pembuatan Preparat**

## TAHAP PEMBUATAN PREPARAT

1. Gigi yang telah diekstraksi difiksasi dengan formalin 10%
2. Setelah difiksasi, dicuci dengan air mengalir
3. Selanjutnya dilakukan proses dekalsifikasi dengan menggunakan asam format 50% yang dibuat dari campuran asam 88% dan akuades steril sebanyak 500 ml. proses dekalsifikasi dilakukan selama 24-48 jam. Untuk mendapatkan hasil dekalsifikasi yang baik larutan dekalsifikasi harus diganti setiap hari. Setelah proses dekalsifikasi selesai, dilakukan pencucian pada air mengalir untuk menghilangkan bekas bahan dekalsifikasi.
4. Sediaan didehidrasi dengan konsentrasi alkohol yang meningkat sampai alkohol absolut.
5. Jaringan dimasukkan dalam *xylol* (*clearing*)
6. Jaringan ditanam dalam parafin (*embedding*).
7. Pembuatan sediaan dengan pemotongan balok parafin menggunakan mikrotom. Potongan arah buko-lingual secara horisontal.
8. Potongan diletakkan pada gelas obyek yang telah diolesi dengan *egg albumin*
9. Deparafinasi dengan *xylol* (Hammersen, 1996:2)

## TAHAP PENGECATAN HEMATOKSILIN-EOSIN

1. Sediaan dimasukkan dalam *xylol* selama dua menit lalu ulangi dengan memasukkannya kembali kedalam *xylol* dalam wadah yang berbeda selama dua menit.
2. Fiksasi dengan larutan alkohol absolut selama satu menit lalu ulangi dengan memasukkannya ke dalam alkohol dalam wadah yang berbeda selama satu menit.
3. Lakukan fiksasi yang kedua dengan memasukkan sediaan kedalam alkohol 95% dalam wadah yang berbeda selama satu menit.



4. Bilas dengan air mengalir sepuluh sampai 15 menit, mula-mula dengan aliran lambat kemudian dengan aliran lebih kuat dengan tujuan menghilangkan semua kelebihan zat warna.
5. Sediaan digenangi dengan zat warna *Haematoxillin Mayer's* selama 15 menit untuk meningkatkan kontras alami dan untuk memperjelas berbagai unsur sel dan jaringan serta bahan ekstrinsik.
6. Bilas kembali dengan air hangat atau air mengalir selama 20 menit.
7. Sediaan digenangi eosin selama 15 sampai 20 menit
8. Menurut Leeson dkk (1996) sediaan dicelupkan ke dalam alkohol dengan konsentrasi yang makin meningkat antara lain alkohol 95% selama dua menit lalu ulangi hal yang sama dengan wadah yang berbeda. Kemudian sediaan dicelupkan dalam alkohol absolut selama dua menit dan ulangi hal ini dalam wadah yang berbeda sebanyak dua kali.
9. Setelah melalui alkohol absolut sediaan dipindah ke dalam *xylol* selama dua menit dan ulangi sebanyak dua kali dengan menggunakan wadah yang berbeda.
10. Setelah dikeluarkan dari *xylol* dilakukan *mounting*
11. Beri setetes medium saji yang mempunyai indeks refraksi sama dengan indeks refraksi kaca, misalnya balsam kanada pada sediaan, kemudian ditutup dengan kaca penutup dan dibiarkan mengering.

Lampiran 5. Foto alat penelitian



Gambar 3. Foto Alat-Alat penelitian

Keterangan :

1. Light curing unit
2. Timbangan
3. Mikromotor
4. Chip blower
5. Syringe
6. Pinset
7. Sonde
8. Ekskavator
9. Kaca mulut
10. Contra angle Hand piece
11. Mata bur kontra low speed

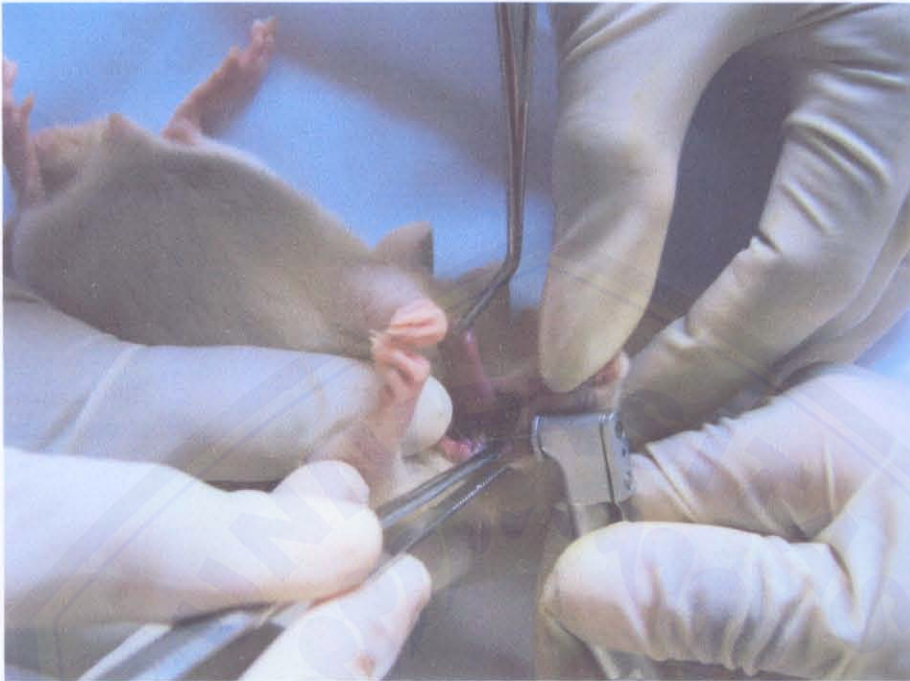
## Lampiran 6. foto bahan penelitian

**Gambar 4. Foto Bahan-Bahan Penelitian**

Keterangan :

1. Xeno III : Botol B
2. Xeno III : Botol A
3. Tempat untuk mengaduk
4. Resin Komposit Sinar tampak
5. Aplikator tips
6. ketalan

**Lampiran 7. foto-foto penelitian**



**Gambar 5. Foto preparasi gigi Molar Tikus**

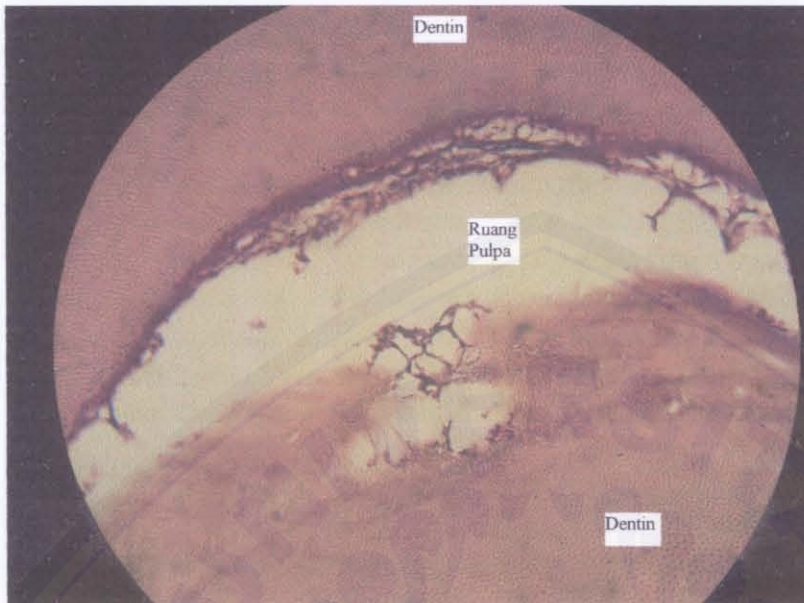


**Gambar 6. Foto saat aplikasi bahan bonding dentin merk Xeno III**

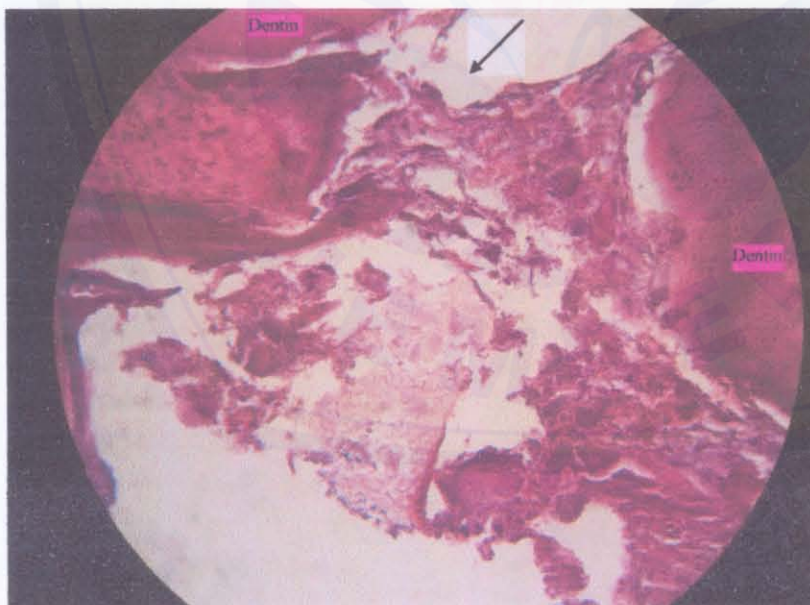


**Gambar 7. Foto penyinaran bahan bonding dentin merk Xeno III, dan Resin Komposit sinar tampak**

Lampiran 8. foto preparat



Gambar 8. Foto preparat dari kelompok kontrol (Pengecatan HE, perbesaran 400 kali)



Gambar 9. Foto preparat dari kelompok perlakuan (Pengecatan HE, perbesaran 400 kali)

Keterangan : tanda panah menunjukkan jaringan pulpa dengan nekrosis, dan injuri sel radang

**NPar Tests**  
**Mann-Whitney Test**

Ranks

	X	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Skor respon sel radang pulpa	Perlakuan	8	12.00	96.00
	Kontrol	8	5.00	40.00
	Total	16		

Test Statistics<sup>b</sup>

	Skor respon sel radang pulpa
Mann-Whitney U	4.000
Wilcoxon W	40.000
Z	-3.110
Asymp. Sig. (2-tailed)	.002
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.002 <sup>a</sup>

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: X



### Uji Homogenitas Data

Case Processing Summary

X	Cases						
	Valid		Missing		Total		
	N	Percent	N	Percent	N	Percent	
Skor respon sel radang pulpa	Perlakuan	8	100.0%	0	.0%	8	100.0%
	Kontrol	8	100.0%	0	.0%	8	100.0%

Test of Homogeneity of Variance

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Skor respon sel radang pulpa	Based on Mean	5.727	1	14	.031
	Based on Median	4.667	1	14	.049
	Based on Median and with adjusted df	4.667	1	14.000	.049
	Based on trimmed mean	5.765	1	14	.031

### Uji Normalitas Data

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Perlakuan	Kontrol
N		8	8
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	1.7500	.2500
	Std. Deviation	.8864	.4629
Most Extreme Differences	Absolute	.301	.455
	Positive	.301	.455
	Negative	-.199	-.295
Kolmogorov-Smirnov Z		.852	1.288
Asymp. Sig. (2-tailed)		.462	.072

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.