

**PENGARUH PERBEDAAN PERLAKUAN PERMUKAAN
PORSELEN TERHADAP KEKUATAN PERLEKATAN GESER
RESIN KOMPOSIT**

(Penelitian Eksperimental Laboratorik)

SKRIPSI

Ka 108/07

012

0

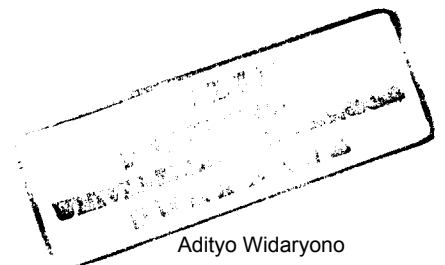


Oleh:

ADITYO WIDARYONO

NIM. 020313213

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2007**



**PENGARUH PERBEDAAN PERLAKUAN PERMUKAAN
PORSELEN TERHADAP KEKUATAN PERLEKATAN GESER
RESIN KOMPOSIT**

(Penelitian Eksperimental Laboratorik)

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Pendidikan Dokter Gigi
pada Fakultas Kedokteran Gigi
Universitas Airlangga
Surabaya**

Oleh :

**ADITYO WIDARYONO
NIM. 020313213**

Mengetahui/Menyetujui

Pembimbing I

Pembimbing II

**Edhie Arif P. drg, M.S. Sp.KG
NIP. 130 934 633**

**Kun Ismiyatin drg, M.Kes Sp.KG
NIP. 131 569 390**

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2007**

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT, yang telah memberikan anugerah dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "*Pengaruh perbedaan perlakuan permukaan porselen terhadap kekuatan perlekatan geser resin komposit*" tepat pada waktunya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan dan juga tanpa dukungan banyak pihak, skripsi ini tidak dapat terselesaikan dengan baik. Maka dalam kesempatan ini, dengan segala ketulusan penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini, antara lain :

1. Prof. Dr. Roeslan Effendi, drg, MS. Sp. KG., selaku Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga Surabaya.
2. Achmad Sudirman drg, MS. Sp.KG., selaku Kepala Laboratorium konservasi gigi beserta stafnya, yang telah memberikan dukungan serta bantuannya dalam pembuatan skripsi ini.
3. Edhie Arif P. drg, M.S. Sp.KG, selaku dosen pembimbing pertama yang telah memberikan dan meluangkan waktu untuk mengarahkan, membimbing dan memberi dorongan serta masukan dalam pembuatan skripsi ini.
4. Kun Ismiyatin drg, M.Kes Sp.KG, selaku dosen pembimbing kedua yang telah memberikan dan meluangkan waktu untuk mengarahkan, membimbing dan memberi dorongan serta masukan dalam pembuatan skripsi ini.

5. Seno Pradopo, drg, SU. PhD. Sp KGA., selaku dosen wali yang selalu mendukung dan memberi semangat untuk menyelesaikan skripsi ini tepat pada waktunya.
6. Keluargaku di Depok ayah Deddy Daryanto dan ibunda Widyaningsih yang selalu memberi semangat dan dukungan hingga sampai sejauh ini penulis dapat bertahan di tengah kerasnya pendidikan kedokteran gigi, adikku Haryo Wibisono yang sedang bersiap-siap memasuki bangku kuliah "*May the force be with you*" *Yoda*.
7. Keluarga besar Otista dan Kramat Jati atas doa yang tak henti-hentinya.
8. Rifa yang tanpa lelah mendengar keluh kesah penulis serta dengan sabar membangunkan penulis di malam hari sehingga penulis dapat terjaga untuk menyelesaikan skripsi ini tepat waktu
9. Agam, Dian dan Mita atas kamera digital yang penulis gunakan selama ini.
10. Ibu Aniek di LDB atas bantuannya selama penggunaan alat penelitian.
11. Teman-teman angkatan 2003, Sarah, Dita, Rina, Komang, Lia, Suqi, Conny, Amy, Yanti, Mita, Icha, Rizka, Ayu, Ratna, Andien, Opie, Tya, Widya serta semua teman yang telah membantu kelancaran skripsi ini, terima kasih atas kesolidaritasannya.
12. *Oh three Futsal Community* (Ardi bulu, Dewa, Odie ambon, Agus, Opa, Pamby, abangnya Ullan, Bambet, Qjoe, Safwan, Vanris, mas Jay, dll) tempat penulis melepas segala kepenatan, amarah dan kegelisahan yang timbul selama ini.
13. Mas Budi yang tidak dikira berjumpa di Surabaya terima kasih atas bantuannya saat di toko roti.

14. Kakak-kakak angkatan atas serta adik-adik angkatan bawah, terima kasih atas saran, ide dan dorongan semangat untuk cepat menyelesaikan skripsi ini.
15. Mas Aris dan Mas Rudy, staf ruang baca Fakultas Kedokteran Gigi yang telah membantu mencarikan textbook, jurnal serta kebutuhan penulis lainnya disamping itu juga staf fotokopi dan warnet yang telah membantu penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
16. Seluruh civitas akademik FKG Universitas Airlangga dan semua pihak yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu, terima kasih atas dukungan dan membantu penulis untuk menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan. Untuk itu penulis mengharapkan kritik serta saran untuk kesempurnaan skripsi ini. Penulis juga berharap skripsi ini bermanfaat untuk perkembangan ilmu pengetahuan dalam bidang kedokteran gigi.

Surabaya, 23 Juli 2007

Penulis

Daftar isi

Daftar isi	i
Daftar gambar	iii
Daftar tabel	iv
BAB I. Pendahuluan	1
I.1. Latar belakang.....	1
I.2. Rumusan masalah.....	4
I.3. Tujuan penelitian.....	4
I.4. Manfaat penelitian.....	4
BAB II. Tinjauan Pustaka	5
II.1. Porselen Kedokteran Gigi.....	5
II.1.a. Komposisi Porselen Kedokteran gigi.....	5
II.1.b. Proses Pembuatan Restorasi porselen.....	6
II.1.c. Klasifikasi Porselen Kedokteran Gigi.....	6
II.2. Bahan tumpatan Resin Komposit.....	7
II.2.a. Definisi Resin Komposit.....	7
II.2.b. Komposisi Resin komposit.....	7
II.2.c. Jenis Resin Komposit.....	8
II.3.d. Polimrisasi Resin Komposit.....	10
II.3. Etsa Asam Pada Porselen.....	11
II.4. Aplikasi Silane Pada Porselen.....	12
II.5. Kombinasi etsa asam dan aplikasi <i>silane</i> pada permukaan Porselen.....	13
II.6. Adesi (perlekatan).....	14
II.7. Kekuatan Perlekatan Geser.....	14

BAB III. Kerangka Konseptual Dan Hipotesis Penelitian.....	15
III.1. Kerangka Konseptual.....	15
III.2. Hipotesis Penelitian.....	16
BAB IV. Metodologi Penelitian	17
IV.1. Jenis Penelitian	17
IV.2. Rancangan Penelitian.....	17
IV.3. Kriteria Sampel.....	17
IV.4. Estimasi besar Sampel.....	17
IV.5. Teknik Pengambilan Sampel.....	18
IV.6. Variabel Penelitian.....	18
IV.7. Definisi Operasional Variabel.....	19
IV.8. Lokasi Penelitian.....	20
IV.9. Bahan dan Alat.....	20
IV.10. Cara kerja dan Alur Kerja Penelitian.....	21
IV.11. Analisis Data.....	27
BAB V. Analisis data dan hasil penelitian.....	28
BAB VI. Pembahasan	31
BAB VII. Kesimpulan dan saran	36
Daftar Pustaka.....	37
Lampiran.....	40

Daftar gambar

Gambar 2.1 Evaluasi SEM porselen sebelum dan sesudah etsa asam hidrofluorik..	11
Gambar 2.2 struktur kimia γ -methacryloxypropyltrimethoxysilane (γ -mpts).....	12
Gambar 4.1 Sampel porselen. A) model malam B) hasil tuang logam C) metal + porselen dan bahan-bahan penelitian.....	20
Gambar 4.2 Cincin cetakan komposit berbahan plastik diameter dalam 4mm dan tinggi 2,5m.....	21
Gambar 4.3 Susunan dalam <i>tray</i> untuk peletakan resin komposit.....	24
Gambar 4.4 Sampel dalam <i>plunger</i>	25
Gambar 4.5 Skema pemasangan alat bantu geser.....	25

Daftar tabel

Tabel II.1 Komposisi oksida penyusun porselen.....	5
Tabel V.1 Besar sampel, rerata dan standar deviasi tiap kelompok penelitian.....	28
Tabel V.2 Hasil nilai p dari uji beda memakai Tukey HSD antara kelompok I,II,III dan kontrol.....	29



BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang Masalah

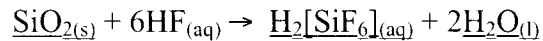
Bahan restorasi porselen sejak pertengahan tahun 1950 sampai saat ini sangat luas penggunaannya sebagai pengganti kehilangan gigi maupun sebagai bahan restorasi *indirect*. Dalam bidang kedokteran gigi bahan porselen dipakai sebagai restorasi *inlay*, *onlay*, *lamine veneer*, dan mahkota. Karena bahan restorasi porselen memiliki keunggulan seperti sifat kekerasan yang mirip dengan email, translusen, tak mudah aus, stabil dan secara estetik mendekati warna gigi asli.^{1,2} Namun demikian karena sifatnya yang sangat rapuh, maka porselen memiliki potensi fraktur meskipun dengan tekanan yang ringan.^{1,3} Beberapa faktor yang dapat menyebabkan restorasi porselen mengalami kerusakan antara lain beban oklusi berat, beban kunyah yang berlebihan, cacat mikro dari material, desain yang tak layak, trauma dan sifat porselen yang rapuh.⁴

Tindakan reparasi terhadap restorasi porselen yang rusak atau pecah menggunakan bahan porselen sulit dilakukan, karena selain sangat sulit untuk melepas mahkota porselen tanpa merusaknya, perlu biaya tinggi dan waktu cukup lama.⁵ Karena selain pertimbangan ekonomi dan teknis, juga dilaporkan bahwa daerah garis retakan porselen merupakan tempat yang memungkinkan penumpukan plak yang diikuti pertumbuhan mikroorganisme. Berbagai cara dikembangkan untuk reparasi porselen yang rusak dan pada umumnya tergantung dari retensi mekanik. Salah satu cara yang kini dikembangkan adalah penggunaan resin komposit sebagai bahan reparasi restorasi porselen yang fraktur oleh karena resin komposit memiliki estetik yang baik, cukup kuat, tak mudah abrasi dan mudah di manipulasi.⁶ Selain itu

resin komposit memiliki banyak variasi warna sehingga dapat dipilih warna yang sesuai dengan warna porselen.⁷

Resin komposit dengan sinar tampak memiliki sifat fisik yang lebih unggul dan kurang porus di banding dengan komposit *autopolimerisasi*, sehingga akan didapat sisi estetik yang memuaskan.⁸ Tindakan reparasi porselen dalam mulut tanpa melepas restorasi porselen yang rusak, dengan menggunakan bahan resin komposit merupakan pilihan menguntungkan oleh karena relatif mudah, rendah resiko dan relatif murah.⁹ Kemampuan perlekatan antara porselen dan resin komposit menjadi sangat penting apabila akan dilakukan reparasi pada restorasi porselen, karena itu banyak dikembangkan penelitian untuk meningkatkan kekuatan lekat resin komposit dengan porselen. Kekuatan lekat bahan ditentukan oleh sifat perlekatan fisik, mekanis dan kimia dari permukaan bahan tersebut.² Salah satu upaya menghasilkan sifat perlekatan kimia antara resin komposit dan porselen adalah penggunaan larutan *silane*. Newburg dan Pameijer (1967) membuktikan bahwa resin komposit dapat melekat dengan baik pada porselen dengan bantuan larutan *silane*.¹⁰ *Silane* adalah gabungan dari bahan organik-inorganik yang berfungsi sebagai mediator, *coupling agent* untuk menghasilkan perlekatan antara bahan organik dan inorganik yang berbeda.⁹ *Silane* yang paling banyak digunakan dalam kedokteran gigi adalah γ -methacryloxypropyltrimethoxysilane (γ -mpts), dan bahan ini berfungsi sebagai mediator perlekatan komposit dengan porselen karena terdapat kesesuaian antara gugus *methacryloxypropyl* yang dimiliki γ -mpts dengan *dimethacrylate* yang digunakan pada teknologi resin komposit.¹¹ Selain itu *silane* ini memiliki gugus *alkoxy* yang dapat bereaksi dengan gugus *hydroxyl* pada substrat inorganik silika pada porselen.⁹

Barghi dan Nelson (1989) pertama kali melakukan etsa porselen dengan asam hidrofluorik, kemudian molekul *glass/silica* yang terkandung pada porselen bereaksi dengan asam hidrofluorik dengan reaksi sebagai berikut :



Hasil reaksinya yaitu $\text{H}_2[\text{SiF}_6]_{(aq)}$ melarut sehingga menghasilkan permukaan porselen yang mikroporus.^{12,4} Gonzaga (2002) melakukan etsa dengan asam hidrofluorik 9% selama satu menit dan mendapatkan diameter pori pada permukaan porselen hingga mencapai 50 μm .¹³ Mikroporositas permukaan porselen ini diperkirakan dapat membentuk *micro-mechanical interlocking* antara porselen dan resin komposit.

Asam hidrofluorik untuk penggunaan intraoral merupakan larutan buffer berbentuk gel yang umumnya memiliki kadar sekitar 9% dan dengan pH 1,57. Larutan ini akan menghasilkan jumlah *hydrogen fluoride* yang konstan namun aman selama proses etsa.¹⁴ Namun penggunaan metode isolasi yang optimal tetap diperlukan untuk melindungi jaringan lunak⁴, serta menggunakan vakum udara untuk mengurangi uap yang terhirup selama proses etsa. (ultradent product description 2003).

Reparasi restorasi porselen menggunakan resin komposit perlu mendapatkan kekuatan perlekatan yang baik, maka dilakukan pengujian secara laboratoris untuk mengukur kekuatan perlekatan geser resin komposit dengan permukaan porselen yang telah diberi perlakuan. Uji kekuatan geser dilakukan karena dalam pengujian perlekatan geser titik pengujian di arahkan secara tepat pada permukaan bahan, oleh karena itu gaya dengan arah miring (*oblique*) yang timbul selama pengujian dapat diminimalkan karena itu kegagalan kohesif yang terjadi akan minimal dan hasil pengujian akan cenderung menghasilkan kegagalan adesif

Kekuatan perlekatan bahan restorasi porselen dengan resin komposit sangat penting bila dilakukan reparasi restorasi porselen menggunakan resin komposit. Perlekatan resin komposit dengan permukaan porselen sangat dipengaruhi perlakuan pada permukaan porselen. Saat ini masih terdapat perbedaan pendapat tentang jenis perlakuan permukaan porselen yang menghasilkan kekuatan perlekatan yang optimal. Maka permasalahan yang timbul adalah sebagai berikut.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian yang telah dikemukakan, maka dapat dirumuskan suatu rumusan masalah sebagai berikut :

- Apakah terdapat perbedaan kekuatan perlekatan geser pada perlekatan antara resin komposit dengan porselen yang telah diberi perlakuan permukaan ?
- Perlakuan manakah yang akan menghasilkan kekuatan perlekatan geser yang optimal ?

I.3 Tujuan Penelitian

- Mengetahui perbedaan kekuatan perlekatan geser pada perlekatan antara resin komposit dengan porselen yang telah diberi perlakuan permukaan.
- Mengetahui perlakuan permukaan porselen mana yang akan menghasilkan kekuatan perlekatan geser yang optimal

I.4 Manfaat Penelitian

Dengan mengetahui perlakuan pada permukaan porselen yang menghasilkan kekuatan perlekatan geser resin komposit yang optimal maka hasil penelitian dapat memberikan informasi ilmiah kepada dokter gigi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Porselen kedokteran gigi

Porselen dapat dikatakan memiliki tempat khusus pada kedokteran gigi, karena dengan perkembangan bahan komposit dan glass ionomer yang maju, porselen masih dianggap memiliki hasil estetik yang paling baik dalam hal warna, translusensi dan kestabilan.¹⁵

II.1.a Komposisi porselen kedokteran gigi

Porselen kedokteran gigi paling awal adalah campuran dari kaolin, feldspar dan quartz, hingga pada 1838 Elias Wildman menemukan porselen dengan translusensi dan warna yang menyerupai gigi.

Kaolin adalah *hydrated alumino silicate* yang bertindak sebagai pengikat, sangat opaque bahkan pada jumlah yang amat kecil. Hal ini menyebabkan porselen kurang translusen. Pada porselen masa kini kaolin dihilangkan. Quartz merupakan bahan penguat.¹⁵ Feldspar menghasilkan fase *glassy* saat meleleh pada pembakaran, feldspar yang meleleh tadi membentuk glass matriks.

Tabel II.1 Komposisi oksida penyusun porselen¹⁵

Typical oxide composition of a dental porcelain	
Material	wt %
Silica	63
Alumina	17
Boric oxide	7
Potash (K ₂ O)	7
Soda (Na ₂ O)	4
Other oxides	2

II.1.b Proses pembuatan restorasi porselen

Compaction. merupakan proses dimana powder porselen di campur air dan dibentuk pasta, pasta ini diaplikasikan pada die yang sebelumnya telah dilapisi platinum. Dengan tujuan porselen tadi dapat dipisah dari *die*, setelah restorasi terbentuk maka dilakukan pembakaran (*firing*)

Firing. Sebagai tahap awal pasta campuran porselen dan air dipanaskan perlahan pada bagian depan pintu pembakar (*furnace*) dengan tujuan melepas air berlebih sebelum menjadi uap, sebab uap yang terjadi akan berusaha lepas dari porselen dan menyebabkan retaknya porselen. Setelah kering pasta campuran porselen tadi dimasukkan dalam *furnace* dan dilakukan pembakaran

Glazing. Porositas selalu ada pada porselen sehingga permukaan porselen perlu di *glaze* untuk mendapat permukaan halus dan kilap. *Glazing* dilakukan dengan pembakaran pada suhu relatif rendah setelah konstruksi porselen selesai.¹⁵

II.1.c Klasifikasi porselen kedokteran gigi

Berdasarkan jenis struktur pendukungnya porselen di bagi menjadi:

Reinforced ceramic core system : pada tahun 1960 Mclean dan Hughes mengembangkan bahan porselen dengan penambahan alumina pada feldspatik glass dan dikenal sebagai *alumina reinforced porcelain jacket crown* dalam hal ini alumina bertindak sebagai *crack stopper* dalam mikrostruktur porselen. penambahan bahan ini juga meningkatkan *flexural strength* sehingga sistem porselen ini cocok bagi mahkota posterior.¹⁵

Metal ceramic : *metal ceramic* menggunakan alloy, yang dahulu berbahan dasar emas, untuk membentuk inti yang kuat dan rigid bagi *ceramic* yang nanti akan menutupi inti tadi. *Ceramic* biasanya mengandung leucite sebagai pengubah koefisien

ekspansi termal untuk mengurangi tekanan antara metal dan *ceramic* selama proses pembakaran. Versi modern dari *metal ceramic* sekarang ini menggunakan leucite yang memiliki partikel lebih halus dan dispersi yang lebih padat untuk meningkatkan kekuatan mekanik dan kekuatan fleksural.¹⁵

Resin-bonded ceramic : Adalah benda padat *multiphase* yang mengandung residu kaca dengan fase kristalin yang terdispersi secara halus. Kristalisasi yang terkontrol dari kaca menghasilkan pembentukan kristal kecil yang tersebar di sekitar partikel kaca. Jumlah kristal, pertumbuhannya dan ukuran kristal diatur oleh waktu dan suhu saat proses perubahan kaca menjadi kristalin.¹⁵

II.2 Bahan tumpatan resin komposit

II.2.a. Definisi resin komposit

Resin komposit adalah suatu sistem komposisi bahan yang terdiri dari campuran dua atau lebih bahan yang mempunyai sifat kimia yang berbeda, dimana keduanya berikatan satu sama lain sehingga diperoleh hasil akhir yang lebih baik.³

II.2.b. Komposisi resin komposit

Komposisi resin komposit terbagi menjadi tiga komponen penting yaitu:

1. Matriks resin komposit : terdiri dari bahan dasar (sistem monomer Bis-GMA); bahan pengencer (*triethylene glycol dimetacrylate*); bahan pemula polimerisasi (*initiator*); bahan penghambat polimerisasi (*inhibitor*), untuk mencegah polimerisasi selama proses penyimpanan; bahan pemercepat polimerisasi (*accelerator*), yang ditambahkan pada bahan dasar dan berinteraksi dengan benzoil peroksida dalam membentuk radikal bebas.³

2. Bahan pengisi anorganik (*Filler*): Bahan pengisi anorganik berguna untuk memperbaiki sifat mekanis seperti kekuatan dan modulus elastisitas, mengurangi koefisien muai panas, mengurangi panas pada waktu polimerisasi mengurangi kontraksi pada waktu pengerasan yang menyebabkan radiopak pada tumpatan resin komposit bila menggunakan barium dan stronsium, dan dapat meningkatkan estetika bila terbuat dari glass karena itu dapat memantulkan warna disekeliling bahan tumpatan tersebut.¹⁶
3. Bahan penggabung (*coupling agent*) : Fungsi bahan ini adalah untuk memperkuat ikatan antara monomer dan bahan pengisi. ikatan ini sangat diperlukan untuk kekuatan resin komposit. Bahan yang digunakan adalah *gamma metacriloxy propilsilane*.¹⁷ Tanpa bahan ini sifat resin komposit akan menjadi jelek karena terjadinya penetrasi air di sela-sela *filler* dan matriks.²

II.2.c. Jenis resin komposit

Resin komposit dibedakan dalam lima golongan utama, berdasarkan jenis dan ukuran fillernya.

1. Komposit konvensional

Disebut juga komposit tradisional mengandung partikel *glass filler* dengan ukuran antara 10-20 μ m, . Bahan pengisi 70-80 % atau 60-70% dari volume. Hal ini menyebabkan bila dipulas terlihat kasar yang disebabkan oleh abrasi pada waktu penggunaan dimana matriks resin yang lunak terlepas dari partikel keras yang lebih resisten. Keuntungan resin komposit ini mempunyai koefisien muai panas yang mendekati koefisien muai panas enamel gigi dan kontraksinya kecil.¹

2. Resin Komposit *mikrofil*

Resin komposit *mikrofil* menggunakan bahan koloidal silika yang sangat halus dengan ukuran 0,01-0,04 μm , sedangkan bahan pengisinya 23-25% dari volume. Keuntungan resin komposit ini mempunyai kemampuan untuk menghasilkan permukaan pulas yang sangat halus

3. Resin komposit partikel kecil

Resin komposit partikel kecil ini menggunakan koloidal silika dengan ukuran 0,1-6,0 μm dengan bahan pengisinya 70-80% dari volume. Bahan ini bagus untuk gigi posterior karena kepadatan bahan pengisi dan dapat dipulas yang digunakan untuk klas I dan II, akan tetapi kurang baik untuk gigi anterior

15

4. Resin komposit *hybrid*

Resin komposit hybrid bahan pengisinya merupakan campuran partikel makrofil dengan partikel mikrofil, menyebutnya sebagai *blended composite*, karena berisi kombinasi antara bahan pengisi dengan ukuran partikel 0,04 - 15 μm . Keuntungan resin komposit ini adalah memiliki *compressive strength* yang paling tinggi dan dianjurkan sebagai bahan tumpatan posterior ataupun anterior.²

5. Resin komposit *nanofill*

Partikel nanomerik yang digunakan adalah silika koloidal nanopartikel dalam bentuk sol yang kemudian di ubah dalam bentuk serbuk kering dengan diameter partikel antara 20-75 nm.

Kekuatan tekan serta ketahanan terhadap fraktur dari *nanocomposite* ini sebanding atau lebih tinggi dari komposit jenis lain. Selain itu

nanocomposite menunjukkan ketahanan hasil pemolesan yang lebih baik dari pada komposit *microhybrid*.¹⁸

II.2.d. Polimerisasi resin komposit

Berdasarkan mekanisme polimerisasi resin komposit dibagi menjadi 3 jenis.¹⁷

1. Polimerisasi secara kimia

Bahan aktivator yang dipakai adalah tertier aromatik amina, seperti *N-dimetil-p-toluidin* yang apabila bereaksi dengan benzoil peroksida akan membentuk radikal bebas sehingga terjadi proses polimerisasi.

2. Polimerisasi dengan sinar *ultra violet*

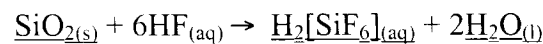
Resin komposit jenis ini mengandung bahan *benzoil metil eter*. Apabila diradiasi dengan sinar *ultra violet* dengan panjang gelombang tertentu, energi sinar tersebut akan diserap sehingga terbentuk radikal bebas, maka akan terjadi polimerisasi.

3. Polimerisasi dengan sinar tampak

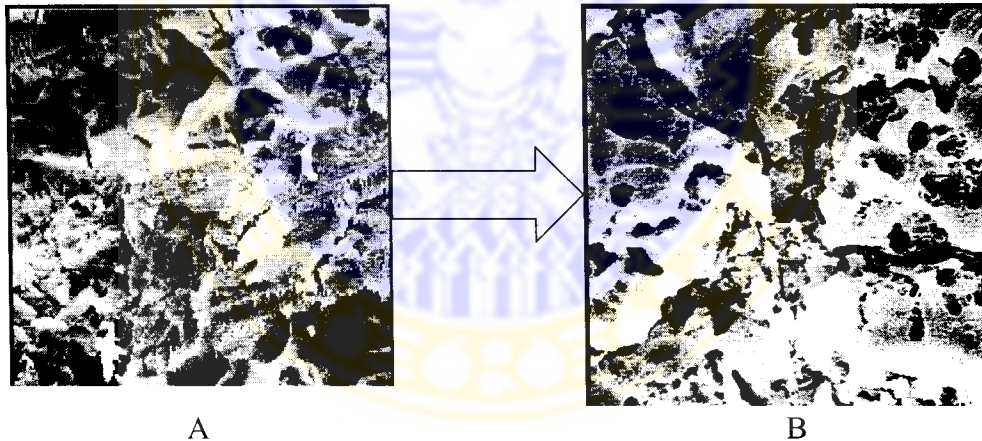
Resin komposit jenis ini mengandung *initiator α -diketon* dan *amina*. Apabila dikenai sinar, maka *α -diketon* akan menyerap sinar biru pada panjang gelombang 460-485 nm dan membentuk radikal bebas sehingga memulai polimerisasi. Komposisi resin komposit yang aktivasinya menggunakan sinar tampak dengan resin komposit yang diaktivasi secara kimia hanya memiliki perbedaan pada *initiator* yang di kandung. Supaya penyebarannya merata, maka pada waktu menumpat alat sinar tampak diarahkan keseluruhan permukaan tumpatan resin komposit. Dalam efektif penyinaran tergantung dari warna restorasi namun umumnya efektif hingga ketebalan 2,5mm.

II.3. Etsa asam pada porselen

Asam hidrofluorik adalah larutan korosif yang terdiri atas hydrogen fluoride dalam air. Asam hidrofluorik diketahui dapat melarutkan glass porselen dengan bereaksi dengan SiO_2 , komponen utama dari glass porselen¹⁹. Pada porselen yang mengandung *glass/silica* terjadi reaksi antara asam hidrofluorik dengan *glass/silica* pembentuk porselen dengan reaksi sebagai berikut :



Hasil reaksinya yaitu $\text{H}_2[\text{SiF}_6]_{(aq)}$ melarut sehingga menghasilkan permukaan porselen yang mikroporus.^{12,4} Gonzaga melakukan etsa dengan asam hidrofluorik 9% selama satu menit dan mendapatkan diameter pori pada permukaan porselen hingga mencapai $50\mu\text{m}$.¹³ Mikroporositas permukaan porselen ini diperkirakan dapat membentuk *micromechanical interlocking* antara porselen dan resin komposit.



Gambar 2.1 Evaluasi SEM porselen sebelum etsa (gambar A) dan sesudah etsa asam hidrofluorik (gambar B) selama satu menit (ultradent product description)

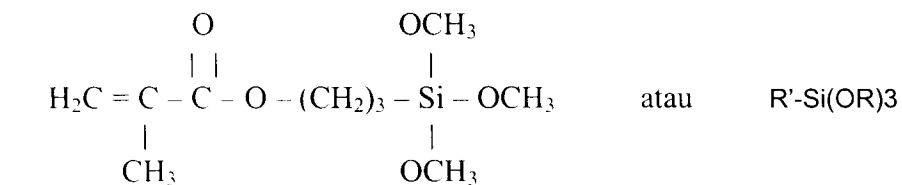
Asam hidrofluorik yang untuk penggunaan intraoral merupakan larutan buffer berbentuk gel yang umumnya memiliki kadar 9% dan dengan ph 1,57. Larutan ini akan menghasilkan jumlah hydrogen fluoride yang konstan namun aman selama proses etsa.¹⁴ Namun penggunaan metode isolasi yang optimal tetap di perlukan untuk

melindungi jaringan lunak⁴, serta menggunakan vakum udara untuk mengurangi uap yang terhirup selama proses etsa. (ultradent product description 2003).

II.4. Aplikasi silane pada porselen

Silane coupling agent merupakan golongan campuran *organosilane* yang memiliki paling tidak dua gugus reaktif yang berbeda, terikat pada atom silikon di molekulnya, salah satu dari gugus reaktifnya (misal gugus *methoxy*, *ethoxy* dan *silanolic hydroxy*) bereaksi dengan beberapa material inorganik seperti glass, metal dan silika, untuk membentuk ikatan kimia dengan permukaan bahan inorganik tadi, sementara gugus reaktif yang lain (misal gugus *vinyl*, *epoxy*, *methacryl*, *amino* dan *mercapto*) bereaksi dengan beberapa bahan organik atau resin sintetis untuk membentuk ikatan kimia. Karena memiliki dua jenis gugus reaktif ini maka *silane* mampu mengadakan perlekatan kimia antara bahan organik dan inorganik. sifat unik ini digunakan untuk perlakuan permukaan pada bahan-bahan *glass fiber*, serta untuk meningkatkan performa bahan melalui penambahan langsung pada bahan.²⁰

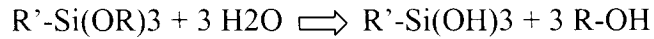
Silane yang paling banyak di gunakan dalam kedokteran gigi adalah γ *methacryloxypropyltrimethoxysilane* (γ -mpts). Pemilihan bahan ini sebagai mediator perlekatan komposit dengan porselen didasari pada kesesuaian gugus *methacryloxypropyl* yang dimiliki γ -mpts dengan *dimethacrylate* yang digunakan pada teknologi resin komposit.¹¹ Selain itu silane ini memiliki gugus *alkoxy* yang dapat bereaksi dengan gugus *hydroxyl* pada substrat inorganik silika pada porselen.⁹



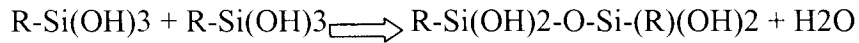
Gambar 2.2 struktur kimia γ -methacryloxypropyltrimethoxysilane (γ -mpts)

Reaksi kimia antara silane dengan porselen dan resin komposit

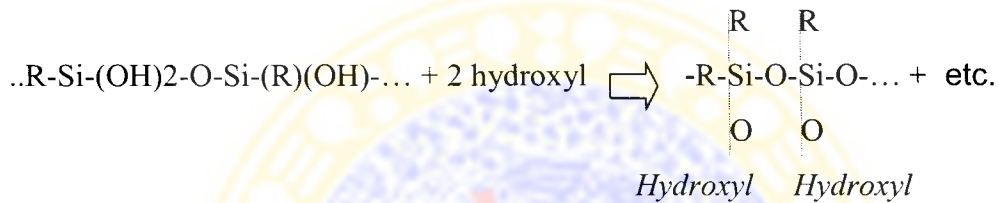
-Pembentukan gugus silanol perantara :



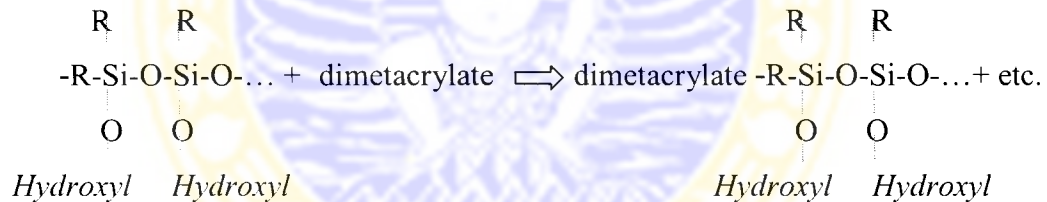
-Pembentukan gugus silanol oligomer :



-Pembentukan lapisan *polysiloxane* dan ikatan dengan gugus *hydroxyl* porselen:



-Pengikatan gugus *dimetacrylate* komposit pada gugus *metacryloxypropyl* (-R-)



II.5. Kombinasi etsa asam dan aplikasi *silane* pada permukaan porselen

Mikroporositas permukaan porselen akan diperoleh dari teknik etsa asam. Hal ini berpengaruh terhadap perlekatan dengan cara :

- Menambah luas kontak permukaan bahan adesi
- Menambah perlekatan mekanik karena ketidakteraturan struktur permukaan

Bila kemudian permukaan berporus tadi cukup terbasahi bahan adesif, dalam hal ini *silane*, maka luas efektif yang berkontak akan bertambah dan dapat meningkatkan kekuatan perlekatan.¹⁷

II.6. Adesi (perlekatan)

Adesi adalah proses pembentukan sendi lekat (*adhesive joint*) antara dua benda yang tak sejenis. Benda yang akan digabungkan disebut *adherend*, sementara komponen antara dua permukaan *adherend* disebut *adhesive*.²

Pembentukan dari *adhesive joint* yang optimal dipengaruhi oleh (1) permukaan *adherend* yang bersih; (2) pembasahan permukaan *adherend* yang baik oleh bahan *adhesive*; (3) adaptasi permukaan yang baik; (4) kekuatan fisik, kimia, dan mekanik yang mencegah kegagalan perlekatan; (5) *curing* yang baik dari bahan *adhesive*.²

II.7. Kekuatan perlekatan geser

Menurut Combe, kekuatan perlekatan geser adalah kekuatan yang dihasilkan oleh dua benda yang mempunyai gaya berlawanan arah dan dapat memberi tekanan pada benda itu sehingga benda tersebut mengalami perubahan. Kekuatan perlekatan geser dihitung dengan rumus :

$$T = F / A$$

F = Kekuatan untuk memecah sediaan (N)

A = Luas penampang sediaan (mm²)

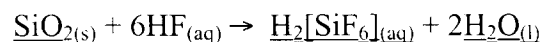
T = Kekuatan perlekatan geser dari sediaan (N/mm²)

BAB III

KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS PENELITIAN

III.1 Kerangka konseptual penelitian

Pada porselen yang mengandung *glass/silica* terjadi reaksi antara asam hidrofluorik dengan *glass/silika* pembentuk porselen dengan persamaan reaksi :

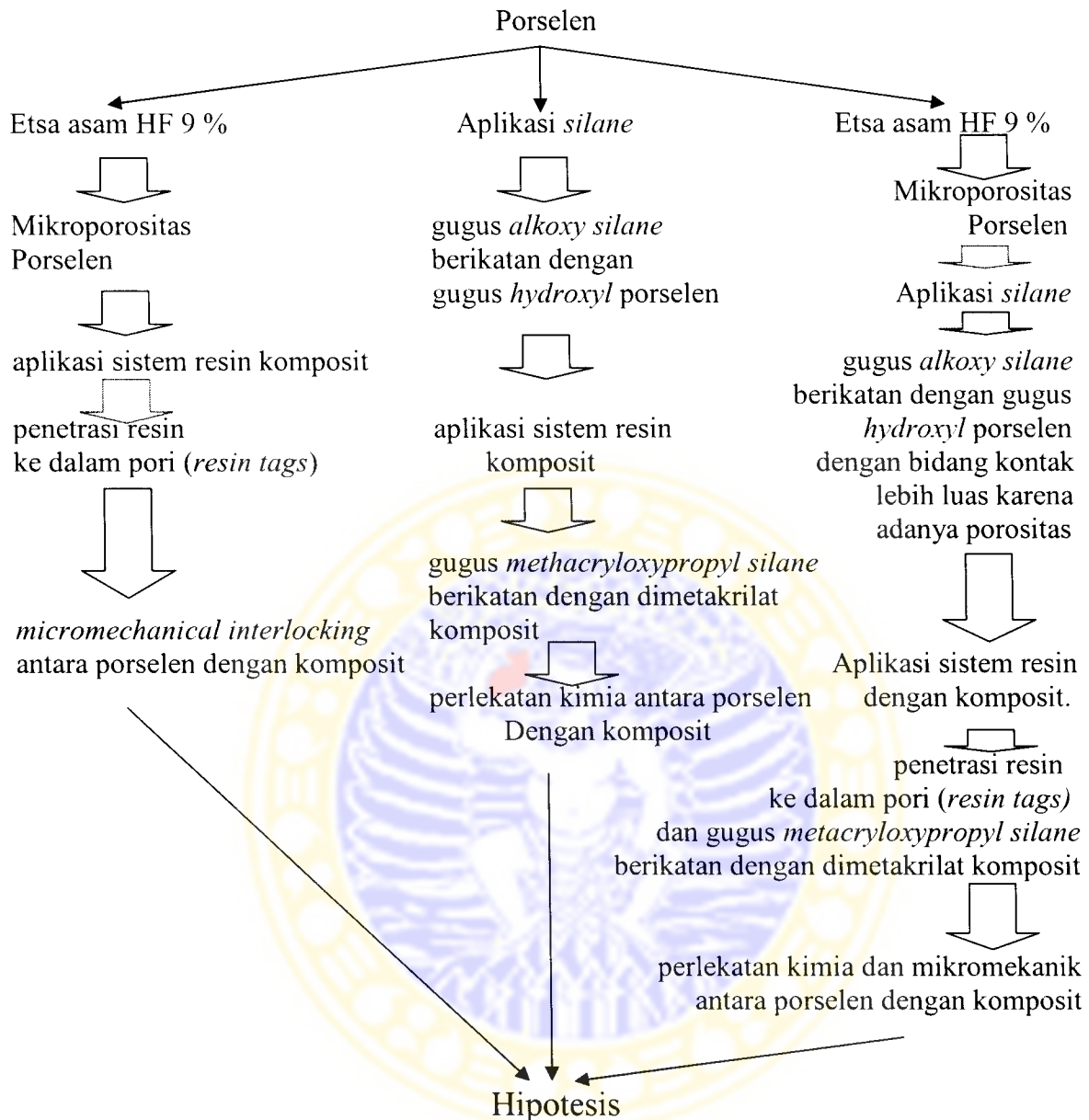


Hasil reaksinya yaitu $\text{H}_2[\text{SiF}_6]_{(aq)}$ melarut, sehingga menghasilkan permukaan porselen yang mikroporus.^{12,4} dengan diameter pori hingga mencapai 50 μm pada penggunaan konsentrasi 9%¹³, sehingga resin yang di aplikasikan pada permukaan porselen akan penetrasi kedalam pori-pori tadi dan membentuk *resin tag*, hal ini akan menghasilkan *micro-mechanical interlocking* antara porselen dan resin komposit.

Silane yang digunakan adalah γ -methacryloxypropyltrimethoxysilane (γ -mpts), merupakan golongan campuran *organosilane* yang memiliki paling tidak dua gugus reaktif yang berbeda yaitu gugus *methacryloxypropyl* dan gugus *alkoxy*. Gugus *methacryloxypropyl* yang dimiliki γ -mpts akan berikatan dengan *dimethacrylate* yang digunakan pada teknologi resin komposit.¹¹ Sementara gugus *alkoxy* dapat bereaksi dengan gugus *hydroxyl* pada substrat inorganik silika pada porselen,⁹ hal ini akan menyebabkan *silane* menjadi perantara ikatan kimia antara porselen dengan resin komposit.

Silanisasi pada permukaan porselen yang telah di etsa dengan asam hidrofluorik akan menghasilkan perlekatan kimia dengan luas bidang kontak yang lebih besar dan *micromechanical interlocking* antara porselen dan resin komposit.

Kerangka konseptual :



III.2 Hipotesis

Perlakuan kombinasi antara etsa asam hidrofluorik dan silanisasi akan menyebabkan kekuatan perlekatan geser paling tinggi pada perlekatan geser antara porselen dan resin komposit.

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

IV.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian adalah eksperimental laboratoris.

IV.2 Rancangan Penelitian

Post test only group design

IV.3 Kriteria Sampel

- Berbentuk silinder dengan diameter 4 mm dan ketebalan 4 mm (bagian porselen) dan diameter 4 mm dan tebal 2,5 mm (bagian komposit yang belum di *curing*)
- Sampel porselen tidak ada bagian yang retak
- Sampel porselen memiliki permukaan yang datar
- Sampel porselen memiliki permukaan halus
- Sampel porselen tidak di *glazing*

IV.4 Estimasi Besar Sampel

Besar sampel dihitung dengan rumus yang dikemukakan oleh Israel (1992). Untuk dapat menghitung harga n diperlukan harga σ . Harga σ didapat dari data hasil penelitian terdahulu. Di dapatkan harga $\sigma = 84,72$

$$n = \frac{(Z\alpha)^2 \cdot \sigma^2}{e^2} = \frac{1,96^2 \cdot 84,72^2}{63,54^2} = 6,823$$

n = besar sampel

e = Tingkat ketepatan yang diinginkan

σ = Simpangan baku dari penelitian terdahulu

$Z\alpha$ = konstanta dari tabel z (1,96) untuk $\alpha = 0.05$

Berdasarkan rumus diatas diketahui bahwa jumlah sampel yang dibutuhkan adalah 6,823 di bulatkan menjadi 7 untuk setiap kelompok, jadi total minimal besar sampel perlakuan dan kontrol adalah 28

IV.5 Teknik Pengambilan Sampel

Simple random sampling

IV.6 Variabel Penelitian

IV.6.a Variabel Bebas

- Perlakuan pada permukaan porselen

Variabilitas:

- Etsa asam hidrofluorik 9% (ultradent)
- Aplikasi larutan *silane* (ultradent)
- Etsa asam hidrofluorik 9% + larutan *silane* (ultradent)

IV.6.b Variabel Tergantung

- Kekuatan perlekatan geser porselen dan resin komposit

IV.6.c Variabel Terkendali

- Jenis porselen (IPS D.sign, ivoclar)
- Jenis resin komposit (Filtek z350, 3m espe)
- Jenis etsa (asam hydrofluoric 9%, ultradent)

- *Silane coupling agent* (ultradent)
- Merk curing device (hilux)
- Waktu etsa asam (1 menit)
- Waktu curing komposit (40 detik)
- Bentuk dan ukuran sampel (silinder diameter 4 mm dan tebal 4 mm bagian porselen)
- Bagian komposit diameter 4 mm dan tebal 2,5 mm
- Cara pembuatan sampel
- Keadaan awal permukaan sampel
- Cara pengukuran kekuatan perlekatan geser
- Alat pengukuran yang digunakan (*Autograph* merk Shimadzu)

IV.7 Definisi Operasional Variabel Penelitian

- Variabel perlakuan pada permukaan porselen
Pengulasan etsa asam dan silane atau kombinasi keduanya yang dilakukan pada permukaan sampel porselen merk IPS D.sign, sebelum aplikasi resin komposit merk Filtek z350.
- Variabel kekuatan perlekatan geser :
Angka yang ditunjukkan pada alat *autograph* sesaat sebelum perlekatan porselen IPS D.sign dan resin komposit Filtek z350 mengalami kegagalan.

IV.8 Lokasi Penelitian

- Laboratorium Dasar Bersama Universitas Airlangga Surabaya

IV.9 Bahan Dan Alat Penelitian

III.9.a Bahan

- *Metal porcelain* (IPS D.sign, ivoclar) dengan diameter 4 mm dan tinggi 4 mm
- Resin komposit *nanofiller* (Filtek z350, 3m espe)
- Larutan *silane* (ultradent)
- *Hydrofluoric acid* 9% (porcelain etch, ultradent)
- Aquades



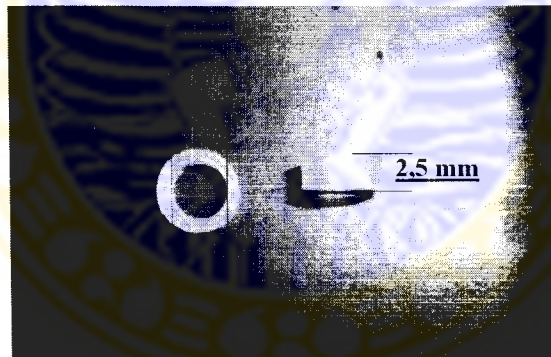
Gambar 4.1 Sampel porselen. A) model malam B) hasil tuang logam C) metal + porselen

Bahan-bahan penelitian. 1) *Hydrofluoric acid* 9% 2) Larutan *silane* 3) *nanofiller* (Filtek z350, 3m espe)

IV.9.b Alat

- Cincin cetakan komposit berbahan plastik diameter dalam 4 mm dan tinggi 2,5 mm
- Alat bantu cetak (*tray*) plastik dengan diameter dalam 7 mm dan tinggi 10 mm
- Spacer plastik dengan diameter 7 mm dan tinggi 4 mm
- Air blower

- Syringe 2,5 cc
- Anak timbangan 1000 gr
- Alat bantu geser dari kuningan (*plunger*)
- Alat pengukur kekuatan perlekatan geser (*autograph*) merk Shimadzu beserta unit pencatatnya
- *Curing device* (hilux)
- *Scalpel handle* dengan mata *scalpel* no.23
- Pinset
- Seluloid strip
- Kaca tipis
- Kertas gosok no.100 merk Taiyo
- *Brush* aplikator



Gambar 4.2 Cincin cetakan komposit berbahan plastik diameter dalam 4 mm dan tinggi 2,5 mm

IV.10 Cara kerja dan alur kerja penelitian

IV.10.a Pembuatan sampel penelitian

Sampel penelitian yang diambil terdiri dari 28 buah porselen jenis metal porselen dari ivoclar yang dibuat sesuai instruksi pabrik oleh laboratorium teknik kedokteran gigi FKG Unair di surabaya dengan diameter 4 mm, tinggi 4 mm, memiliki permukaan datar, halus dan tidak dilakukan

glazing. masing-masing 7 buah untuk setiap kelompok penelitian. Sampel porselen dibuat dengan jumlah lebih banyak kemudian 28 buah yang memenuhi kriteria diambil secara *random*.

Cara perlakuan sampel :

Sebelum diaplikasikan komposit dilakukan perlakuan pada permukaan dari porselen yang akan diteliti, dibagi menjadi 3 kelompok perlakuan dan 1 kelompok kontrol, seluruh kelompok porselen terlebih dahulu di kasari permukaannya dengan kertas gosok no.100 merk Taiyo dengan tekanan sedang selama 1 menit.

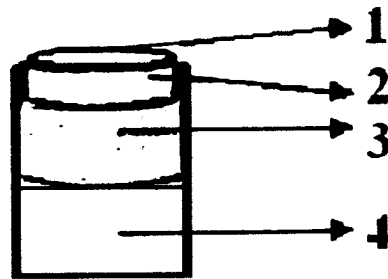
- Kelompok I : permukaan porselen dietsa 1 menit dengan *hydrofluoric acid*
- Kelompok II : permukaan porselen diulasi 2 ulasan larutan *silane*, dibiarkan mengering selama 1 menit
- Kelompok III : permukaan porselen dietsa 1 menit dengan *hydrofluoric acid*, diulasi 2 ulasan larutan *silane* dibiarkan mengering selama 1 menit
- Kelompok kontrol : tidak di beri perlakuan

Catatan :

- Sebelum perlakuan, porselen dicuci dan dikeringkan
- Setiap etsa 1 menit pada sampel porselen dicuci dengan semprotan aquades menggunakan syringe 2,5 cc sebanyak 2 kali dan dikeringkan dengan air blower.

Cara pembuatan sampel :

1. Setelah diberi perlakuan, setiap kelompok sampel porselen diletakan pada *tray* plastik untuk mencegah pergerakan selama aplikasi komposit.
2. Siapkan *tray* plastik, masukan *spacer* plastik pada dasar *tray*.
3. Kemudian porselen diletakan dalam *tray* plastik dengan permukaan yang telah diberi perlakuan menghadap cetakan komposit.
4. masukkan cincin cetakan komposit. Spesimen di atas sampel porselen. Porselen siap untuk aplikasi komposit (filtek z350, 3m espe)
5. Aplikasikan komposit, kemudian di atasnya diberi seluloid strip dan kaca tipis, beri beban dengan anak timbangan 1000 gram selama 1 menit, bersihkan kelebihan dengan scalpel. *Curing* selama 40 detik.
6. Setelah aplikasi komposit selesai spesimen di keluarkan dari alat bantu peletakan komposit dan cincin cetakan dilepas. Dengan demikian terbentuklah silinder komposit yang berdiri diatas permukaan silinder porselen
7. Sampel yang selesai dibuat diletakan dalam tabung plastik berisi aquades selama 24 jam sebelum di lakukan uji geser.



Gambar 4.3 Susunan dalam *tray* untuk peletakan resin komposit;

Keterangan : 1. lubang untuk memasukkan resin komposit

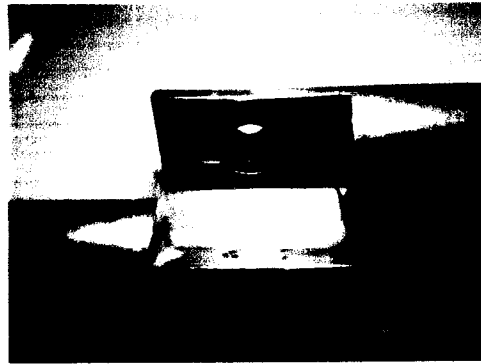
2. cincin cetakan komposit berbahan plastik

3. silinder porselen dalam *tray* fiksir

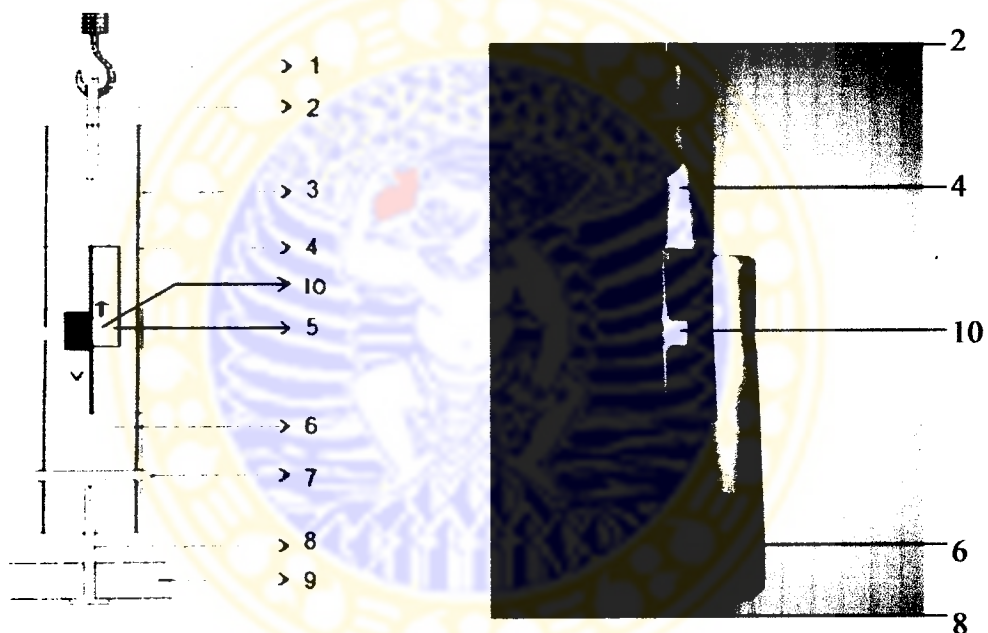
4. *spacer* plastik

Pengujian kekuatan perlekatan geser :

1. Sampel di masukkan dalam *plunger* kuningan pada tempat cetakan dengan kedudukan yang tepat sehingga alat bantu dapat di tutup dengan rapat. Alat bantu tersebut dimasukkan dalam tabung pemegang hingga alat fiksasi dapat mengunci
2. Kekuatan perlekatan geser tiap kelompok sampel diukur dengan alat ukur *Autograph* (Shimadzu, japan)
3. Alat bantu di kaitkan pada kait logam yang terletak di atas dan bawah. Setelah pengunci di lepas mesin dijalankan dengan kecepatan 10 mm/menit hingga terjadi tarikan yang menyebabkan sampel mengalami kegagalan perlekatan.
4. Besar kekuatan perlekatan geser terbaca pada alat saat sampel mengalami kegagalan, pada saat itu juga angka pada alat terhenti. Angka yang tertera pada layar penampil *autograph* dicatat pada satuan Newton (N).
5. Dilakukan evaluasi terhadap jenis patahan sampel, apakah pada bagian perlekatan, bagian komposit atau bagian porselen, kemudian dilakukan analisis terhadap data yang diperoleh.



Gambar 4.4 Sampel dalam *plunger*

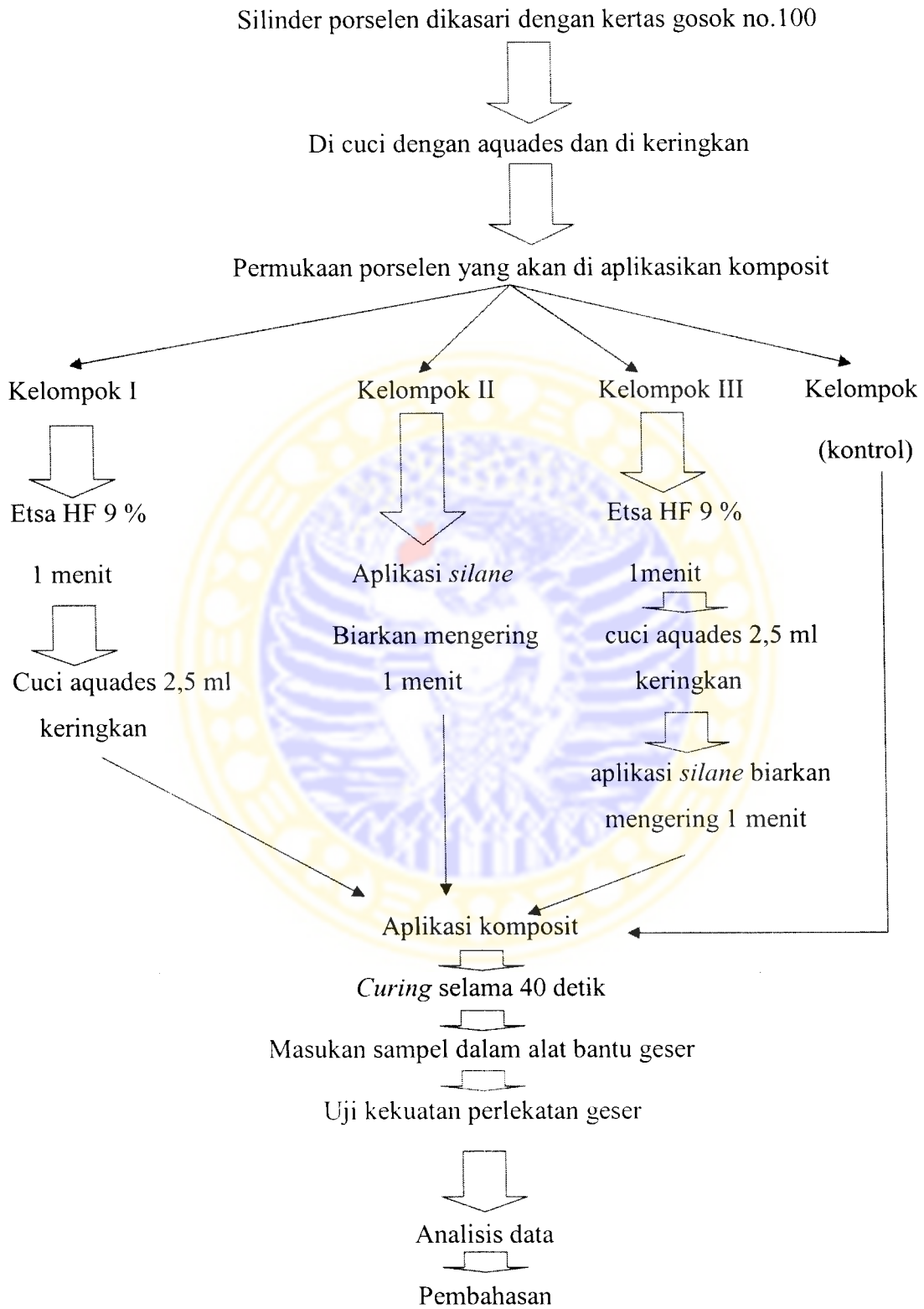


Gambar 4.5 Skema pemasangan alat bantu geser (*plunger*)

Keterangan :

1. kait dihubungkan pada *autograph*
2. kait *plunger* atas
3. tabung yang menyatukan *plunger* atas dan bawah
4. *plunger* atas
5. ruang kosong
6. *plunger* bawah
7. pin yang menyatukan tabung dengan *plunger*
8. kait *Plunger* bawah
9. alat fiksir pada *autograph*
10. lokasi sampel

IV.10.b. Alur Kerja Penelitian :



IV.11 Analisis Data

Dalam penelitian ini data yang diperoleh di analisis secara statistik dengan tingkat kemaknaan 0,05 menggunakan uji statistik sebagai berikut :

- Uji statistik *Kolmogorov Smirnov* untuk uji distribusi data
- Uji statistik *Levene*, untuk uji homogenitas varians
- Uji statistik *Anova* yang dilanjutkan dengan uji statistik *Tukey HSD (Honestly Significant Different)* untuk melihat perbedaan kekuatan perlekatan geser antar kelompok penelitian



BAB V

ANALISIS DATA DAN HASIL PENELITIAN

Dari hasil penelitian mengenai pengaruh perbedaan metode perlakuan permukaan porselen terhadap kekuatan perlekatan geser pada resin komposit di dapatkan data seperti pada tabel V.1

Tabel V.1 Nilai rerata dan *standar deviasi* hasil pengukuran perlekatan geser tiap kelompok penelitian dan kontrol (N / mm^2)

Perlakuan	N	\bar{X}	SD
Kontrol (tanpa perlakuan)	7	75.897	± 6.618
HF	7	102.978	± 8.968
Silane	7	150.442	± 13.105
HF + silane	7	277.787	± 24.286

Dari hasil penelitian pada kelompok kontrol didapatkan rata-rata 75,897 dan standar deviasi $\pm 6,618$; kelompok perlakuan I didapatkan rata-rata 102,978 dan standar deviasi $\pm 8,968$; untuk kelompok perlakuan II didapatkan rata-rata 150,442 dan standar deviasi $\pm 13,105$; untuk kelompok perlakuan III didapatkan rata-rata 277,787 dan standar deviasi $\pm 24,286$;

Sebelum dilakukan uji beda antar kelompok perlakuan, terlebih dahulu masing masing kelompok dilakukan uji distribusi normal dengan menggunakan *kolgomorov smirnov test* untuk melihat distribusi data masing-masing kelompok. Dari uji *kolgomorov smirnov* pada seluruh kelompok didapat nilai p yang lebih besar dari 0,05, hasil ini menunjukkan bahwa keseluruhan kelompok berdistribusi secara normal.

Uji *anova* dipakai untuk melihat perbedaan kekuatan geser antara kelompok perlakuan I, kelompok perlakuan II, kelompok perlakuan III dan kelompok pembanding. Sebelum dilakukan uji *anova* terlebih dahulu dilakukan uji homogenitas *levene* untuk melihat apakah varians dari ketiga kelompok tersebut homogen. Dari hasil uji homogenitas dengan menggunakan *levene test* di dapatkan nilai p sebesar 0.288 yang berarti $p > 0,05$, ini menunjukkan bahwa keempat kelompok data tersebut homogen. Setelah itu dilakukan uji *anova* untuk melihat adanya perbedaan kekuatan perlekatan geser antar kelompok. Hasil uji *anova* di dapatkan nilai p sebesar 0,0001 yang berarti terdapat perbedaan kekuatan perlekatan geser yang signifikan diantara kelompok perlakuan. Untuk melihat kelompok mana yang berbeda maka dilanjutkan dengan uji *tukey HSD* dengan hasil seperti pada tabel V.2.

Tabel V.2 Hasil nilai p dari uji beda memakai Tukey HSD antara kelompok I,II,III dan kontrol

Kelompok perlakuan	I	II	III
II	0,0001 *	-	
III	0,0001 *	0,0001 *	-
Kontrol	0,012 *	0,0001 *	0,0001 *

Keterangan : * = terdapat perbedaan bermakna

Dari tabel V.2 dapat dilihat hasil uji *tukey HSD* antara kelompok perlakuan I dan kelompok perlakuan II didapatkan nilai p sebesar 0,0001 ($p < 0,05$), hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kekuatan perlekatan geser yang signifikan antara kelompok perlakuan I dan kelompok perlakuan II. Antara kelompok perlakuan I dan kelompok perlakuan III didapatkan nilai p sebesar 0,0001 ($p < 0,05$), hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kekuatan perlekatan geser yang signifikan

antara kelompok perlakuan I dan kelompok perlakuan III. Antara kelompok perlakuan I dan kelompok kontrol didapatkan nilai p sebesar 0,012 ($p < 0,05$), hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kekuatan perlekatan geser yang signifikan antara kelompok perlakuan I dan kelompok kontrol. Antara kelompok perlakuan II dan kelompok perlakuan III didapatkan nilai p sebesar 0,0001 ($p < 0,05$), hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kekuatan perlekatan geser yang signifikan antara kelompok perlakuan II dan kelompok perlakuan III. Antara kelompok perlakuan II dan kelompok kontrol didapatkan nilai p sebesar 0,0001 ($p < 0,05$), hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kekuatan perlekatan geser yang signifikan antara kelompok perlakuan II dan kelompok kontrol. Antara kelompok perlakuan III dan kelompok kontrol didapatkan nilai p sebesar 0,0001 ($p < 0,05$), hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kekuatan perlekatan geser yang signifikan antara kelompok perlakuan III dan kelompok kontrol.

BAB VI

PEMBAHASAN

Penelitian eksperimental laboratorik dianggap sebagai rancangan penelitian yang mempunyai validitas internal yang tinggi, karena adanya variabel-variabel penelitian yang dapat dikendalikan serta adanya kelompok pembanding. Rancangan penelitian ini adalah *post-test only group design*, sehingga pada penelitian ini tidak dilakukan pengukuran awal.

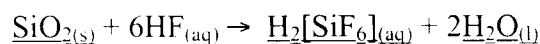
Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui apakah perbedaan perlakuan pada permukaan porselen akan menyebabkan perbedaan kekuatan perlekatan geser resin komposit terhadap porselen dan perlakuan mana yang akan menghasilkan kekuatan perlekatan paling besar. Beberapa pengujian dapat digunakan untuk mengevaluasi kekuatan perlekatan antara porselen dan resin komposit, seperti uji *flexural*, puntir, geser, tarik dan kombinasi antara uji *flexural* dan puntir.²¹ Semua cara pengujian memiliki keuntungan dan kerugian masing-masing dan beberapa penulis menyatakan bahwa uji geser merupakan cara pengukuran yang paling adekuat untuk mengukur kekuatan perlekatan antara dua bahan.^{5,6,7,9,10,21} Pengujian jenis ini dilakukan dengan gaya yang terjadi secara langsung pada permukaan antara dua material yang di pelajari. Pernyataan Hammad (1996) yang dikutip dari Pretti (2004)²¹, menyatakan bahwa pengujian kekuatan perlekatan geser dengan permukaan yang datar dapat mengarahkan sebagian besar gaya kepada permukaan lekat, dan tanpa terpengaruh modulus elastisitas dari bahan yang di uji seperti yang terjadi pada uji fleksural.²¹

Menurut Itinoche (1999) yang dikutip dari Pretti (2004)²¹, pengujian kekuatan perlekatan geser dilakukan dengan permukaan struktur yang datar. Dalam pengujian jenis ini titik pengujian di arahkan secara tepat pada permukaan bahan, oleh karena itu

gaya dengan arah miring (*oblique*) yang timbul selama pengujian dapat diminimalkan.²¹ Hal ini sesuai dengan pernyataan Leibrock *et al* (1999) yang dikutip dari Pretti (2004)²¹, yang menyatakan bahwa mengarahkan gaya secara paralel dengan bidang penyatuan antara dua bahan yang diuji dapat meminimalkan kegagalan kohesif dan hasil pengujian akan cenderung menghasilkan kegagalan adesif.²¹ Metode ini telah di gunakan oleh beberapa penulis lain pada jenis bahan yang berbeda-beda dengan hasil yang memuaskan.^{5,6,7,9,10,21}

Dari hasil penelitian ini didapatkan adanya perbedaan bermakna secara statistik pada taraf kepercayaan 95% di semua kelompok perlakuan dan kelompok kontrol, hal menunjukkan bahwa jenis perlakuan permukaan pada porselen menentukan besar kekuatan perlekatan geser resin komposit yang akan diperoleh. Kekuatan perlekatan geser yang paling besar didapatkan pada kelompok perlakuan III, hal ini sesuai dengan hasil penelitian Filho (2004)²², yang melakukan penelitian kekuatan perlekatan tarik mikro dengan bahan dan perlakuan yang sama, hal ini kemungkinan di sebabkan karena terdapat dua macam perlekatan antara porselen dan resin komposit, yaitu perlekatan mikromekanik dan perlekatan kimia.

Menurut Nelson dan Barghi (1989)¹², asam hidrofluorik yang diulaskan pada permukaan porselen akan bereaksi dengan fase *glass*/silika pembentuk porselen dengan reaksi sebagai berikut :



Hasil reaksinya yaitu $\text{H}_2[\text{SiF}_6]_{(aq)}$ melarut sehingga menghasilkan permukaan porselen yang mikroporus. Menurut Peumann *et al* (1999) yang dikutip dari Filho (2004)²², mikroporositas pada permukaan bahan akan menyebabkan bertambahnya luas permukaan kontak dan membuat terjadinya *micromechanical interlocking* antara porselen dan resin komposit.²² Berbagai macam larutan asam dapat digunakan untuk

mengetsa porselen, namun menurut hasil penelitian Tylka (1994) yang dikutip dari Filho (2004)²², yang membandingkan efek jenis etsa asam pada permukaan porselen, asam hidroflorik menunjukkan hasil paling efektif.²²

Berbeda dengan teknik etsa asam yang menghasilkan *micromechanical interlock* antara porselen dengan resin komposit, aplikasi larutan *silane* pada permukaan porselen akan menghasilkan perlekatan kimia antara porselen dan resin komposit. Menurut Söderholm dan Shang (1993) yang dikutip dari Filho (2004)²² larutan *silane* berfungsi sebagai *promoter* perlekatan yang menyebabkan terjadinya perlekatan kimia antara permukaan organik dan inorganik. Perlekatan resin komposit pada porselen terjadi karena terjadinya reaksi polimerisasi adisi antara gugus *dimethacrylate* pada matriks resin dan gugus *methacryloxypropyl* larutan *silane* selama proses curing resin komposit serta melalui reaksi kondensasi antara gugus *hydroxyl* (Si-OH) pada molekul *silica* porselen, dengan gugus *alkoxy* pada molekul silanol yang terhidrolisis, reaksi ini menghasilkan ikatan siloksan (Si-O-Si) dan molekul air (H₂O) sebagai produk akhir.²²

Craig (1996) menyatakan bahwa permukaan yang bersih dan kering diperlukan dalam membentuk perlekatan yang optimal karena setelah permukaan bahan dibersihkan, energi permukaan akan meningkat dan menyebabkan permukaan bahan lebih mudah menyerap bahan adesif.² Keadaan ini di dapatkan pada pencucian permukaan porselen dengan aquades dan proses pengeringan dengan *air blower*. Menurut Jardel *et al* (1999) yang dikutip dari Filho (2004)²², larutan *silane* juga membantu perlekatan porselen dan resin komposit dengan meningkatkan pembasahan permukaan porselen.²² Pembasahan porselen yang baik dibuktikan dengan sudut kontak permukaan yang kecil dan penyebaran *silane* ke seluruh bagian permukaan porselen termasuk mikroporositas yang telah terbentuk karena etsa asam.² Pada

perlakuan etsa dengan asam hidroflorik yang kemudian dilanjutkan dengan aplikasi larutan *silane* pada permukaan porselen (kelompok perlakuan III), akan didapatkan kekuatan perlekatan dengan resin komposit yang optimal.

Kelompok perlakuan I menghasilkan kekuatan perlekatan yang lebih kecil daripada kelompok perlakuan II. Secara statistik dua kelompok perlakuan ini berbeda bermakna pada taraf kepercayaan 95%, hal ini menunjukkan bahwa aplikasi larutan *silane* pada permukaan porselen memiliki pengaruh yang lebih besar di banding etsa dengan asam hidrofluorik dalam menghasilkan kekuatan perlekatan komposit. Beberapa penulis yang melakukan pengujian pada jenis porselen yang berbeda juga mendapatkan hal yang serupa.^{5,6,9,22} Hal ini kemungkinan disebabkan karena perbedaan prinsip perlekatan yang terdapat antara kelompok perlakuan I dan kelompok perlakuan II. Kelompok perlakuan I menghasilkan perlekatan mikromekanik sedangkan kelompok perlakuan II menghasilkan perlekatan kimia.

Pada prosedur reparasi restorasi porselen secara intraoral, penggunaan larutan *silane* tanpa di dahului proses etsa asam hidrofluorik, kemungkinan merupakan pilihan yang cukup menguntungkan terutama apabila terdapat dentin yang terbuka. Keadaan dentin yang terbuka merupakan suatu keadaan klinis dimana penggunaan asam hidrofluorik dihindari.²²

Silanisasi porselen merupakan langkah yang sensitif dalam prosedur ini, oleh karena dapat di pengaruhi oleh berbagai faktor seperti kontaminan seperti air atau larutan lain dan debris yang timbul selama preparasi kemungkinan dapat menyebabkan menurunnya kekuatan perlekatan²², waktu penyimpanan antara pembuatan spesimen penelitian dan waktu pengujian itu sendiri kemungkinan juga dapat mempengaruhi ikatan kimia yang di hasilkan *silane*. Silanisasi porselen meningkatkan kekuatan perlekatan lebih besar dari pada prosedur mekanik yang

dihasilkan etsa asam hidrofluorik dan sepertinya merupakan langkah penting yang tidak boleh terlewatkan pada prosedur merekatkan resin komposit pada porselen.



BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan :

1. Perbedaan perlakuan pada permukaan porselen akan menyebabkan perbedaan kekuatan perlekatan geser pada perlekatan antara porselen dan resin komposit.
2. Perlakuan kombinasi antara etsa asam hidrofluorik dan silanisasi akan menyebabkan kekuatan perlekatan geser optimal pada perlekatan antara porselen dan resin komposit.

Saran :

Mengingat sifat asam hidrofluorik yang cukup mengiritasi maka perlu dilakukan penelitian lebih jauh mengenai efek penggunaan jenis asam yang lebih aman dalam mengetsa porselen, sehingga operator dapat mempertimbangkan bahan yang tepat dalam melakukan reparasi direk pada restorasi porselen yang mengalami kerusakan.

Daftar pustaka

1. Anusavice KL. *Philips science of dental material*. 10thed. Philadelphia: WB Saunders Co. 1996; p.69-298
2. Craig R.C. *Restorative dental materials 7th ed*. St.Louis: Mosby Co. 1996; p.260-264.
3. Phillip RW, Skinner. *Science of dental material, 9thed*.Phillidelphia: WB. Saunders Co. 1991; p.177-214
4. Jordan, Ronald E..*Esthetic composite bonding : techniques and materials*. 2nd ed.St. Louis: Mosby Co. 1993; p.318-338
5. Dent R.J. *Repair porcelain fused to metal restoration*. J.Prosthet Dent.1979; 41:663
6. Beck D.A.Janus, C.E., Douglas H.B., *Shear bond strength of composite resin porcelain repair material*. J.Prosthet Dent. 1990; 64 (5) : 529-33
7. Gregory W.A. and Moss S.M. *Effect of heterogenous layers of composite and time on composite repair of porcelain*. J.Oper Dent, 1990; 15: 18-22
8. Wood , Lamb . *Visible light-cured composite resins: an alternative for anterior provisional restoration* . J.Prosthet Dent. 1984; 51 (2) :192-4
9. Özcan, M.: *Evaluation of Alternative Intraoral Repair Techniques for Fractured Ceramic-fused-to-metal Restorations*. J. Oral Rehab. 2003; 30(2):194-203,
10. Iskandar, Soejatmi. *Kekuatan perlekatan geser resin komposit terhadap porselen dengan perantara lantan silane*. Maj Ked Gigi Surabaya.2000; 34 (1) : 43-45

11. Hooshmand. T, Van Noort, Keshvad. *Storage of pre-activated silene on resin to ceramic bond* . J. Dent Mat. 2000; 20: 635-642
12. Nelson E, and Barghi. *Effect of APF etching time on resin bonded porcelain*. J.Dent Rest.1989; 68: 271
13. Gonzaga,C.C. *Microstructure of dental porcelain*. IADR tech program, San Diego.2002 Available from:
[URL:http://iadr.confex.com/iadr/2002sandiego/techprogram/abstract.9029](http://iadr.confex.com/iadr/2002sandiego/techprogram/abstract.9029)
Accessed October 12, 2006.
14. Cheung, Peter P.L. *Method for etching dental porcelain*. Available from:
[URL:http://www.SacNewsMonthly.com](http://www.SacNewsMonthly.com)
Accessed November 4, 2006.
15. Noort, R V. *Introduction to dental material*. Elsevier .2002; p.96-119
16. Hatrick ED, Eakle WS, Bird WF. *Dental Materials: Clinical applications for dental assistants and dental hygienists*. Philadelphia-London-NewYork-St.Louis-Sydney-Toronto: WB Saunders Co.2003; p.62-73.
17. Combe EC. *Notes on dental materials*. 6th ed. Churchil Livingstone, Edinburgh, London, Madrid, Melbourne, New York,Tokyo.1992; p. 85-100
18. Sumita B. Mitra, Ph.D., M.Sc., Dong Wu, Ph.D. and Brian N. Holmes, Ph.D. *An application of nanotechnology in advanced dental materials*. J Am Dent Assoc. 2003;134,No.10. 1382-1390.
19. *Hydrofluoric acid*. retrieved from
http://en.wikipedia.org/wiki/Hydrofluoric_acid. Accessed December 22 2006.

20. Goyal S. *Silanes: Chemistry and applications*. J. Indian Prost Soc. 2006; 6:14-18
21. Pretti, Mariana *et al*. *Evaluation of the shear bond strength of the union between two CoCr-alloys and a dental ceramic*. J. Appl. Oral Sci. vol.12 no.4 Bauru Oct./Dec. 2004
22. Filho, Alfredo Meyer, DDS, MS., *et al* . *Effect of Different Ceramic Surface Treatments on Resin Microtensile Bond Strength*. J. Prosth.2004 Vol 13 No.1 p.28-35



Lampiran 1

Nilai beban terukur pada Autograph (N)

No. spesimen	Kontrol	Kel. I (HF)	Kel. II (<i>Silane</i>)	Kel. III (HF + <i>Silane</i>)
1	958	1359	1985	3485
2	1002	1292	2095	2880
3	976	1068	1560	3445
4	1057	1434	1888	3867
5	941	1300	1899	3669
6	787	1324	1934	3590
7	952	1277	1866	3487

Diameter resin komposit = 4 mm

Jari-jari = 2mm

Luas kontak efektif = $\pi \cdot r^2 = 3,14 \cdot 2 \cdot 2 = 12,56 \text{ mm}^2$

Nilai kekuatan perlekatan geser = $F / A \text{ (N/mm}^2\text{)}$

No. spesimen	Kontrol	Kel. I (HF)	Kel. II (<i>Silane</i>)	Kel. III (HF + <i>Silane</i>)
1	76,27	108,20	148,57	277,47
2	79,77	102,87	158,04	229,30
3	77,70	85,03	166,80	274,28
4	84,16	114,17	124,20	307,88
5	74,92	103,50	150,32	292,12
6	62,66	105,41	151,19	285,83
7	75,80	101,67	153,98	277,63

Lampiran 2

Uji distribusi normal – Kontrol

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Nilai kekuatan perlekatan geser (N/mm ²)
N		7
Normal Parameters(a,b)	Mean	75.8971
	Std. Deviation	6.61878
Most Extreme Differences	Absolute	.298
	Positive	.136
	Negative	-.298
Kolmogorov-Smirnov Z		.790
Asymp. Sig. (2-tailed)		.561

a Test distribution is Normal.

b Calculated from data.

Uji distribusi normal - HF

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Nilai kekuatan perlekatan geser (N/mm ²)
N		7
Normal Parameters(a,b)	Mean	102.9786
	Std. Deviation	8.96819
Most Extreme Differences	Absolute	.299
	Positive	.137
	Negative	-.299
Kolmogorov-Smirnov Z		.791
Asymp. Sig. (2-tailed)		.558

a Test distribution is Normal.

b Calculated from data.

Lampiran 3

Uji distribusi normal - *Silane*

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Nilai kekuatan perlekatan geser (N/mm ²)
N		7
Normal Parameters(a,b)	Mean	150.4429
	Std. Deviation	13.10568
Most Extreme Differences	Absolute	.300
	Positive	.138
	Negative	-.300
Kolmogorov-Smirnov Z		.795
Asymp. Sig. (2-tailed)		.553

a Test distribution is Normal.

b Calculated from data.

Uji distribusi normal - HF + *Silane*

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Nilai kekuatan perlekatan geser (N/mm ²)
N		7
Normal Parameters(a,b)	Mean	277.7871
	Std. Deviation	24.28692
Most Extreme Differences	Absolute	.300
	Positive	.135
	Negative	-.300
Kolmogorov-Smirnov Z		.793
Asymp. Sig. (2-tailed)		.556

a Test distribution is Normal.

b Calculated from data.

Lampiran 4

Oneway

Descriptives

Nilai kekuatan perlekatan geser (N/mm²)

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for		Minimum	Maximum
					Mean			
					Lower Bound	Upper Bound		
HF	7	102.9786	8.96819	3.38966	94.6844	111.2728	85.03	114.17
Silane	7	150.4429	13.10568	4.95348	138.3221	162.5636	124.20	166.80
HF + silane	7	277.7871	24.28692	9.17959	255.3255	300.2488	229.30	307.88
kontrol	7	75.8971	6.61878	2.50166	69.7758	82.0185	62.66	84.16
Total	28	151.7764	80.15049	15.14702	120.6973	182.8555	62.66	307.88

Test of Homogeneity of Variances

Nilai kekuatan perlekatan geser (N/mm²)

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.329	3	24	.288

ANOVA

Nilai kekuatan perlekatan geser (N/mm²)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	168135.628	3	56045.209	253.069	.000
Within Groups	5315.099	24	221.462		
Total	173450.727	27			

Lampiran 5

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Nilai kekuatan perlekatan geser (N/mm²)

Tukey HSD

(I) Kelompok perlakuan	(J) Kelompok perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
HF	Silane	-47.46429(*)	7.95456	.000	-69.4078	-25.5208
	HF + silane	-174.80857(*)	7.95456	.000	-196.7521	-152.8651
	Kontrol	27.08143(*)	7.95456	.012	5.1379	49.0249
Silane	HF	47.46429(*)	7.95456	.000	25.5208	69.4078
	HF + silane	-127.34429(*)	7.95456	.000	-149.2878	-105.4008
	Kontrol	74.54571(*)	7.95456	.000	52.6022	96.4892
HF + silane	HF	174.80857(*)	7.95456	.000	152.8651	196.7521
	Silane	127.34429(*)	7.95456	.000	105.4008	149.2878
	Kontrol	201.89000(*)	7.95456	.000	179.9465	223.8335
Kontrol	HF	-27.08143(*)	7.95456	.012	-49.0249	-5.1379
	Silane	-74.54571(*)	7.95456	.000	-96.4892	-52.6022
	HF + silane	-201.89000(*)	7.95456	.000	-223.8335	-179.9465

* The mean difference is significant at the .05 level.

Homogeneous Subsets

Nilai kekuatan perlekatan geser (N/mm²)

Tukey HSD

Kelompok perlakuan	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
Kontrol	7	75.8971			
HF	7		102.9786		
Silane	7			150.4429	
HF + silane	7				277.7871
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 7.000.