



UNIVERSITAS INDONESIA

**PENGARUH BESAR TEKANAN DAN LAMA WAKTU
SCRUBBING TERHADAP NILAI KUAT REKAT GESER
SELF ADHERING FLOWABLE COMPOSITE
PADA PERMUKAAN DENTIN**

TESIS

FERRY JAYA

0906576050

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
PROGRAM STUDI ILMU KEDOKTERAN GIGI DASAR
PEMINATAN ILMU MATERIAL KEDOKTERAN GIGI
JAKARTA
JULI 2012**



UNIVERSITAS INDONESIA

**PENGARUH BESAR TEKANAN DAN LAMA WAKTU
SCRUBBING TERHADAP NILAI KUAT REKAT GESER
SELF ADHERING FLOWABLE COMPOSITE
PADA PERMUKAAN DENTIN**

TESIS

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister
dalam Ilmu Kedokteran Gigi Dasar**


FERRY JAYA

0906576050

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
PROGRAM STUDI ILMU KEDOKTERAN GIGI DASAR
PEMINATAN ILMU MATERIAL KEDOKTERAN GIGI
JAKARTA
JULI 2012**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi/Tesis/Disertasi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Ferry Jaya
NPM : 0906576050
Tanda Tangan : 
Tanggal : 2 Juli 2012

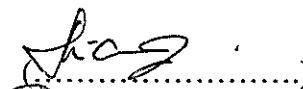
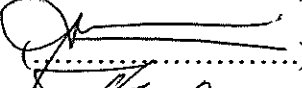
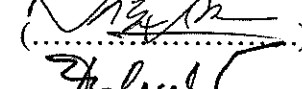
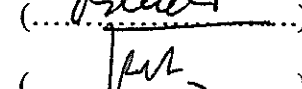
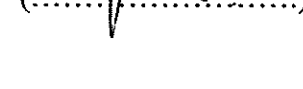
HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :

Nama : Ferry Jaya
NPM : 0906576050
Program studi : Ilmu Kedokteran Gigi Dasar
Peminatan Ilmu Material Kedokteran Gigi
Judul Tesis : Pengaruh Besar Tekanan dan Lama Waktu *Scrubbing*
Terhadap Nilai Kuat Rekat Geser *Self Adhering Flowable Composite* Pada Permukaan Dentin

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister pada Program Studi Ilmu Kedokteran Gigi Dasar Kekhususan Ilmu Material Kedokteran Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing	: Siti Triaminingsih, drg, MT	
Pembimbing	: Andi Soufyan Santosa drg, MKes	
Penguji	: Dr. Ellyza Herda, drg, MSi	
Penguji	: Ali Noerdin, drg, MKes	
Penguji	: Dr. Ratna Medyawati, drg. SpKG	

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 2 Juli 2012

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus, karena atas kasih dan karuniaNya saya memperoleh kekuatan dan kemampuan dalam menyelesaikan tesis ini. Penulisan tesis ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister dalam Ilmu Kedokteran Gigi Dasar pada Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai dengan penyusunan tesis ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan tesis ini. Oleh karena itu pada kesempatan ini saya memberikan penghargaan dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

- 1) Siti Triaminingsih, drg, MT selaku pembimbing I dan kepada Andi Soufyan Santosa, drg, MKes selaku pembimbing II, yang telah menyediakan waktu, tenaga, pikiran dan dengan penuh kesabaran memberikan arahan dan masukan yang sangat berharga kepada saya dari awal penelitian sampai dengan selesainya tesis ini.
- 2) Papa, Joko Susanto yang terus memberikan dorongan dan semangat agar saya mampu menyelesaikan pendidikan dan tesis ini dengan semangat. Serta kepada (Alm) mama Melly Susiawaty, berkat doa mama di surga saya mampu mendapatkan semangat dan ketegaran dalam menyelesaikan tesis ini. Serta kepada ibu mertua Aminah yang selalu memberikan dorongan dan doa agar saya termotivasi menyelesaikan tesis ini.
- 3) Istriku yang kucintai Lindawaty Wijaya, drg terimakasih atas doa dan dukungannya sehingga saya termotivasi untuk menyelesaikan tugas akhir ini dengan secepatnya.
- 4) Dr. Ellyza Herda, drg, MSi, Ali Noerdin, drg, Mkes, Dr. Ratna Medyawati, drg. SpKG yang bersedia menjadi penguji tesis ini dan memberikan saran dan masukan yang berharga untuk perbaikan tesis ini.
- 5) Prof. drg. Bambang Irawan, PhD selaku dekan FKG UI yang telah memperkenankan dan memberikan kepercayaan kepada saya untuk mengikuti pendidikan di Program Pasca Sarjana Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Indonesia.

- 6) Dr. Yosi Kusuma Eriwati, drg, MSi selaku Ketua Departemen Ilmu Material Kedokteran Gigi FKG UI yang telah memberikan bimbingan dan masukan dalam penelitian ini.
- 7) drg. Henny Krishnawati, SpProst, MARS selaku dekan Univ. Prof. Dr. Moestopo (Beragama) yang telah memberikan kesempatan kepada saya untuk mengikuti pendidikan Pasca Sarjana di bidang Ilmu kedokteran Gigi Dasar di FKG UI.
- 8) Staff Pengajar Departemen Ilmu Material Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Indonesia yang telah memberikan banyak pengetahuan dan dorongan kepada saya selama mengikuti pendidikan.
- 9) Lisbeth Aswan, drg selaku Kepala Bagian Ilmu Material Teknologi Kedokteran Gigi Univ. Prof. Dr. Moestopo (Beragama) serta staff pengajar IMTKG FKG UPDM (B) yang telah memberikan bantuan serta dorongan kepada saya selama mengikuti pendidikan.
- 10) Staff IMKG FKG UI, Mas Dudi, Mba Maryamah, Pak Slamet yang telah memberikan dukungan moril. Seluruh karyawan ICDE mba Molly, mas Rosi, mba Iis, karyawan perpustakaan FKG UI pak Yanto, pak Asep, karyawan BAP mba Neneng dan mba Erni serta Pak Sagin yang telah banyak membantu saya selama menempuh pendidikan.
- 11) Teman-teman seperjuangan Mas Handoko dan Rina. Saya sangat bersyukur memiliki sahabat seperti kalian yang mau saling berbagi, saling menolong dan saling memberikan dukungan dari awal pendidikan sampai selesainya perkuliahan ini.
- 12) Semua pihak yang telah membantu saya selama pendidikan, penelitian dan tesis yang namanya tidak tercantum disini saya mohon maaf dan berterima kasih yang sebesar-besarnya.

Dalam kesempatan ini izinkanlah saya untuk meminta maaf kepada semua pihak yang terlibat selama pendidikan atas segala kesalahan, kekurangan serta kelemahan saya baik dalam proses belajar mengajar, selama perkuliahan maupun dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan tesis ini.

Akhir kata saya menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari sempurna, untuk itu sangat diharapkan adanya saran dan kritik yang membangun dari semua pihak. Harapan terbesar saya semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan khususnya di bidang kedokteran gigi.

Jakarta, Juli 2012

Penulis



**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ferry Jaya

NPM : 0906576050

Program studi : Ilmu Kedokteran Gigi Dasar

Departemen : Ilmu Material Kedokteran Gigi

Fakultas : Kedokteran Gigi

Jenis Karya : Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**PENGARUH BESAR TEKANAN DAN LAMA WAKTU *SCRUBBING*
TERHADAP NILAI KUAT REKAT GESER *SELF ADHERING*
FLOWABLE COMPOSITE PADA PERMUKAAN DENTIN**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non Eksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia /formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*data base*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta
Pada Tanggal : 2 Juli 2012

Yang menyatakan



(Ferry Jaya)

ABSTRAK

Nama : Ferry Jaya
Program Studi : Ilmu Kedokteran Gigi Dasar
Peminatan Ilmu Material Kedokteran Gigi
Judul : Pengaruh Besar Tekanan dan Lama Waktu *Scrubbing* Terhadap
Nilai Kuat Rekat Geser *Self Adhering Flowable Composite*
Pada Permukaan Dentin

Penelitian bertujuan mengetahui pengaruh besar tekanan dan lama *scrubbing* terhadap kuat rekat geser *self adhering flowable composite* pada dentin. *Self adhering flowable composite* diaplikasikan dengan tekanan *scrubbing* 1, 2, dan 3 gram masing-masing selama 15, 20, dan 25 detik. Resin komposit diaplikasikan secara inkremental. Polimerisasi dengan sinar selama 20 detik. Kuat rekat geser diuji menggunakan *Testing Machine* dan dianalisa dengan *ANOVA* diikuti *Post Hoc Test Bonferroni*. Daerah patahan diobservasi menggunakan SEM. Kuat rekat geser tertinggi pada tekanan *scrubbing* 3 gram selama 25 detik. Perbedaan besar tekanan dan waktu saat *scrubbing* mempengaruhi kuat rekat geser *self adhering flowable composite* pada dentin.

Kata Kunci :

Dentin, *self adhering flowable composite*, tehnik *scrubbing*, kuat rekat geser

ABSTRACT

Name : Ferry Jaya
Study Program: Dental Basic Science Specificity Dental Material
Title : Effect of Scrubbing Pressure and Duration on Shear Bond Strength Self Adhering Flowable Composite to Dentin

Effect of different scrubbing pressure and duration on shear bond strength of self adhering flowable composite to dentin was evaluated. Self adhering flowable composite was applied on dentin with 1, 2, and 3 grams pressure for 15, 20, and 25 seconds. Composite was constructed incrementally. Polymerization for 20 seconds. Shear bond strength was tested with a Testing Machine and analyzed by ANOVA and Bonferroni. Fractured area was observed with a SEM. The highest shear bond strength was obtained in 3 grams scrubbing pressure for 25 seconds. The different scrubbing pressure and duration influenced shear bond strength of self adhering flowable composite to dentin.

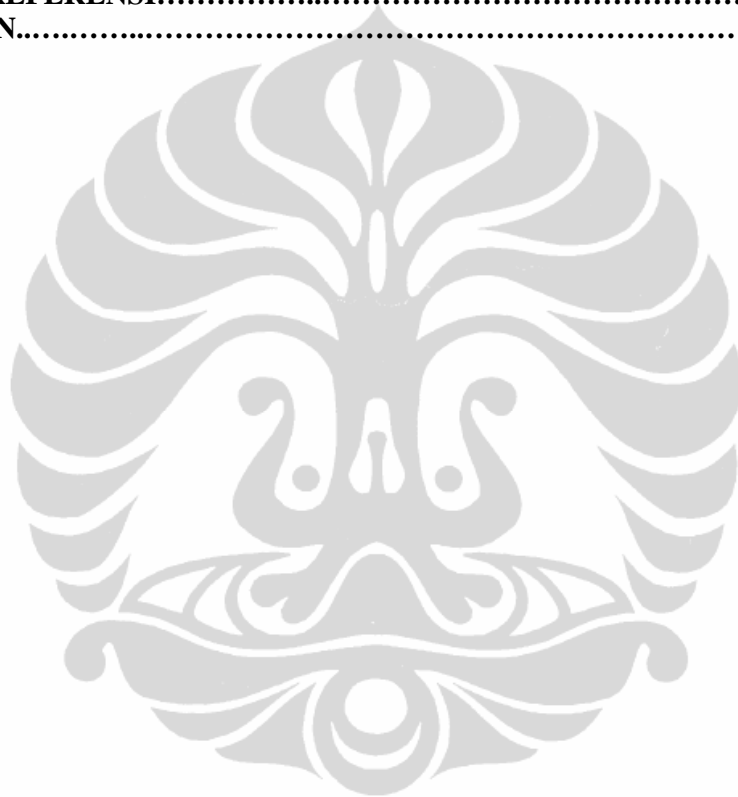
Key word:

Dentin, self adhering flowable composite, scrubbing, shear bond strength

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vii
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Pertanyaan Penelitian.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Prinsip Adhesi.....	6
2.2 <i>Surface Treatment</i>	9
2.3 <i>Self Adhering Flowable Composite</i>	12
2.4 Proses <i>Scrubbing</i>	15
2.5 Kerangka Teori.....	16
3. KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESA.....	17
3.1 Kerangka Konsep.....	17
3.2 Hipotesa.....	18
4. METODE PENELITIAN.....	19
4.1 Desain Penelitian.....	19
4.2 Alur Penelitian.....	19
4.3 Tempat dan Waktu Pelaksanaan Penelitian.....	20
4.4 Spesimen	20
4.5 Besar Spesimen.....	21
4.6 Kriteria Subyek.....	21
4.7 Identifikasi Variabel dan Definisi Operasional Variabel Penelitian	22
4.8 Cara Kerja.....	23
4.9 Analisa Data.....	28

5. HASIL PENELITIAN	29
5.1 Pengaruh Besar Tekanan dan Lama Waktu <i>Scrubbing</i> Terhadap Nilai Kuat Rekat Geser dari <i>Self Adhering Flowable Composite</i> dengan Dentin.....	29
5.2 Hasil Pengamatan <i>Scanning Electron Microscope</i> + EDS (<i>Energy Dispersive Spectroscopy</i>)	31
6. PEMBAHASAN.....	39
7. KESIMPULAN DAN SARAN.....	46
DAFTAR REFERENSI.....	48
LAMPIRAN.....	51



DAFTAR TABEL

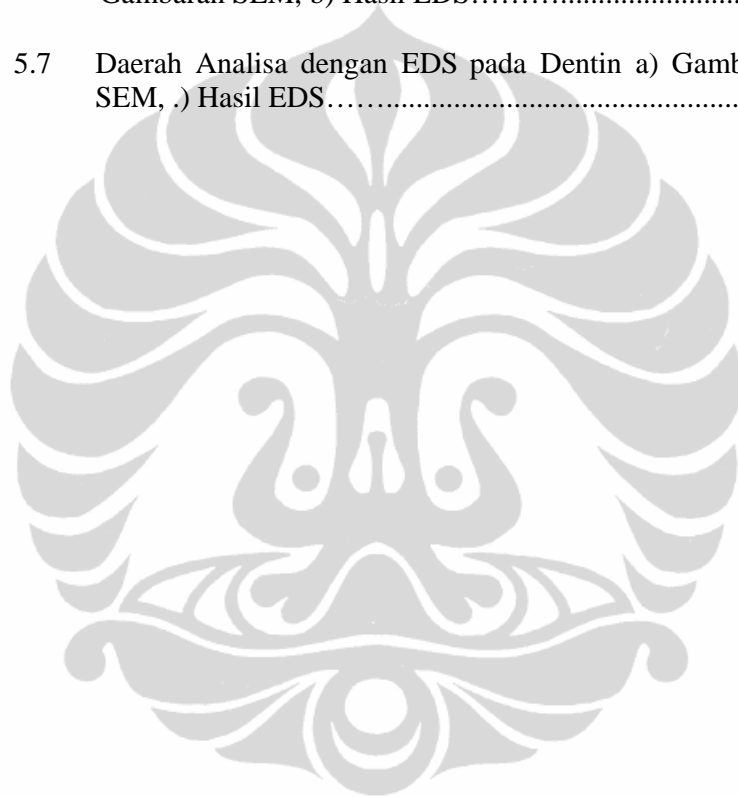
Tabel 2.1 Perbedaan Sistem Adhesif Generasi ke- 4 sampai Generasi ke-7.....	9
Tabel 4.1 Jenis Material, Komposisi, Serta Prosedur Aplikasi.....	20
Tabel 4.2 Identifikasi Variabel dan Definisi Operasional Variabel Penelitian.....	22
Tabel 5.1 Nilai Rata-rata Kuat Rekat Geser Material <i>Self Adhering Flowable Composite</i> Terhadap Nilai Tekanan <i>Scrubbing</i> dengan Dentin.....	29



DAFTAR GAMBAR

Gambar	2.1	Syarat Adhesi yang Baik.....	7
Gambar	2.2	Gugus Kimia Monomer GPDM.....	13
Gambar	2.3	Ikatan yang Terjadi Dalam Dentin Pada Saat Menggunakan <i>Dyad Flow</i>	14
Gambar	2.4	Kandungan <i>Filler</i> Dalam <i>Dyad Flow</i>	14
Gambar	2.5	Diagram Kerangka Teori	16
Gambar	3.1	Diagram Kerangka Konsep	17
Gambar	4.1	Diagram Alur Penelitian	19
Gambar	4.2	Material Adhesif yang Digunakan	21
Gambar	4.3	Cara Membuat Daerah Kerja	24
Gambar	4.4	Cara Menentukan Besar Tekanan yang Diberikan Pada Saat <i>Scrubbing</i>	25
Gambar	4.5	Prosedur Aplikasi Resin Komposit.....	26
Gambar	4.6	Cara Uji Kuat Rekat Geser dengan Menggunakan Universal Testing Machine (Shimadzu, Japan).....	26
Gambar	4.7	Alat <i>Scanning Electron Microscopy</i> (JEOL JSM 6510LA).....	27
Gambar	5.1	Grafik Kemaknaan Kuat Rekat Geser <i>Self Adhering Flowable Composite</i> Pada Jaringan Dentin Berdasarkan Besar Tekanan dan Lama Waktu <i>Scrubbing</i>	31
Gambar	5.2	Gambaran SEM Permukaan Dentin Akibat Tekanan <i>Scrubbing</i> 1 gram Selama a) 15 detik, b) 20 detik, c) 25 detik.....	32
Gambar	5.3	Gambaran SEM Permukaan Dentin Akibat Tekanan <i>Scrubbing</i> 2 gram Selama a) 15 detik, b) 20 detik, c) 25 detik.....	33

Gambar	5.4	Gambaran SEM Permukaan Dentin Akibat Tekanan <i>Scrubbing</i> 3 gram Selama a) 15 detik, b) 20 detik, c) 25 detik.....	34
Gambar	5.5	Daerah Analisa dengan EDS pada <i>Self Adhering Flowable Composite</i> a) Gambaran SEM, b) Hasil EDS.....	35
Gambar	5.6	Daerah Analisa dengan EDS pada Lapisan Hibrid a) Gambaran SEM, b) Hasil EDS.....	36
Gambar	5.7	Daerah Analisa dengan EDS pada Dentin a) Gambaran SEM, b) Hasil EDS.....	37



DAFTAR LAMPIRAN

1. Surat Keterangan Lolos Etik.....	51
2. Analisa Statistik Parametrik ANOVA dan <i>Post Hoc Test</i> <i>Bonferroni</i>	52



BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Resin komposit merupakan material tumpat sewarna gigi yang banyak digunakan dalam bidang kedokteran gigi dan sangat berkembang terutama dalam hal jenis dan besar ukuran partikel *filler* yang digunakan. Resin komposit tidak memiliki sifat adhesif terhadap struktur gigi, oleh karena itu diperlukan suatu material adhesif (*bonding agent*) agar terjadi perlekatan yang baik antara struktur gigi dengan tumpatan resin komposit. Sistem adhesif dengan menggunakan material adhesif pertama kali dikemukakan oleh Buonocore pada tahun 1955 dalam Burgess¹ dengan cara mengetsa permukaan enamel dengan asam Fosfat untuk menghasilkan porositas sehingga material adhesif dapat berpenetrasi dan membentuk ikatan dengan enamel secara *micromechanical interlocking*.

Sistem adhesif pada permukaan dentin berbeda dengan permukaan email karena adanya perbedaan komposisi maupun strukturnya.² Menurut Buonocore dalam Burgess¹, keberhasilan ikatan resin ke dalam email disebabkan karena email mengandung lebih banyak struktur mineral sehingga mudah dikeringkan, sedangkan dentin mengandung 50 % air dan jaringan kolagen. Selain itu, dentin mengandung *smear layer* yang akan terbentuk pada saat melakukan preparasi. *Smear layer* akan menutupi dentinal tubuli dan menghalangi infiltrasi material adhesif ke dalam tubuli dentin sehingga dapat mengurangi kuat rekat terhadap jaringan dentin.³ Sifat dentin yang lebih kompleks memerlukan perhatian khusus agar terjadi ikatan yang baik dengan material adhesif. Adhesi yang baik dengan jaringan dentin dapat terbentuk dengan baik bila material adhesif bersifat hidrofilik dan dapat berinteraksi dengan jaringan kolagen dentin.²

Perkembangan material adhesif dari generasi pertama sampai generasi ketujuh terfokus pada cara untuk menyederhanakan prosedur aplikasi dari material adhesif serta upaya peningkatan kuat rekat resin komposit dengan jaringan gigi terutama dengan dentin. Pengurangan jumlah tahapan aplikasi dapat mengurangi waktu aplikasi, mengurangi terjadinya sensitifitas serta meningkatkan efektifitas dari sistem adhesif tersebut.⁴ Material adhesif generasi ketujuh merupakan

penemuan terakhir dalam teknik aplikasi material adhesif pada penumpatan gigi dengan resin komposit. Sistem adhesif ini menggabungkan teknik pengetsaan jaringan gigi, pemberian monomer hidrofilik (*primer*) dan adhesif ke dalam satu tahap aplikasi sehingga sering disebut sebagai *one bottle all in one adhesive*.¹

Pada tahun 2009 perusahaan Kerr melakukan inovasi dengan menggabungkan *flowable composite* dengan *one bottle all in one adhesive* sehingga menghasilkan material baru yang disebut sebagai *self adhering flowable composite*. Material baru ini bertujuan mengurangi jumlah tahapan aplikasi untuk menyederhanakan proses aplikasi sehingga mengurangi waktu aplikasi serta meningkatkan kekuatan rekat. Prosedur aplikasi material adhesif merupakan faktor kritis yang akan menentukan kekuatan rekat dari material restorasi. Pada saat aplikasi material *self adhering flowable composite* diperlukan prosedur *scrubbing* dengan besar tekanan sedang.⁵

Teknik *scrubbing* saat aplikasi material *self-etch adhesive* dengan jaringan dentin akan menyebabkan terjadinya beberapa hal, antara lain proses demineralisasi yang lebih agresif, difusi yang lebih baik dari monomer akibat adanya energi kinetik, interaksi yang lebih baik dengan *smear layer*, serta proses evaporasi material pelarut yang terdapat di dalam material adhesif akan lebih cepat, sehingga dalam jangka waktu yang bersamaan akan membawa monomer resin yang baru ke dalam dentin.^{6,7} Pupo dkk serta Miyazaki menyarankan aplikasi material *one bottle all in one adhesive* dengan teknik *scrubbing* pada permukaan dentin akan meningkatkan kekuatan rekat resin komposit.^{7,8} Demikian pula dengan Bianco yang melaporkan proses aplikasi dengan teknik *scrubbing* dapat memodifikasi *smear layer* dan meningkatkan interaksi kimia dengan lapisan dentin sehingga mampu meningkatkan *micromechanical interlocking*.⁹

Selama ini hanya terdapat penelitian yang membahas mengenai efek *scrubbing* material adhesif terhadap dentin. Belum terdapat penelitian yang meneliti mengenai pengaruh besar tekanan *scrubbing* terhadap kuat rekat geser material adhesif. Material *self adhering flowable composite* merupakan material baru yang merupakan gabungan *flowable composite* dengan material adhesif. Berdasarkan anjuran pabrik prosedur *scrubbing* dengan besar tekanan sedang perlu dilakukan pada saat aplikasi material ini.⁵ Operator sering mengalami

kesulitan dalam menentukan besar tekanan sedang tersebut. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk menemukan suatu tolak ukur untuk mendapatkan besar tekanan *scrubbing* yang tepat pada saat aplikasi material *self adhering flowable composite* ke dalam kavitas. Selain itu timbul pertanyaan apakah dengan besar tekanan dan lama waktu yang berbeda pada saat *scrubbing* akan mempengaruhi nilai kekuatan rekat geser dari material *self adhering flowable composite* terhadap jaringan dentin.

1.2 Pertanyaan Penelitian

1. 2. 1 Pertanyaan Umum

1. 2. 1. 1 Adakah pengaruh besar tekanan *scrubbing* dan sudut yang terbentuk antara kuas aplikator dengan permukaan dentin terhadap kuat rekat geser dari *self adhering flowable composite* dengan jaringan dentin.
1. 2. 1. 2 Adakah pengaruh lama waktu *scrubbing* terhadap kuat rekat geser dari *self adhering flowable composite* dengan jaringan dentin.

1. 2. 2 Pertanyaan Khusus

1. 2. 2. 1 Adakah pengaruh besar tekanan *scrubbing* dan sudut yang terbentuk antara kuas aplikator dengan permukaan dentin, selama 15 detik terhadap kuat rekat geser dari *self adhering flowable composite resin* dengan jaringan dentin.
1. 2. 2. 2 Adakah pengaruh besar tekanan *scrubbing* dan sudut yang terbentuk antara kuas aplikator dengan permukaan dentin, selama 20 detik terhadap kuat rekat geser dari *self adhering flowable composite resin* dengan jaringan dentin.
1. 2. 2. 3 Adakah pengaruh besar tekanan *scrubbing* dan sudut yang terbentuk antara kuas aplikator dengan permukaan dentin, selama 25 detik terhadap kuat rekat geser dari *self adhering flowable composite resin* dengan jaringan dentin.
1. 2. 2. 4 Adakah pengaruh lama waktu *scrubbing* 15 detik, 20 detik, dan 25 detik dengan besar tekanan dan sudut yang terbentuk antara kuas

aplikator dengan permukaan dentin terhadap kuat rekat geser dari *self adhering flowable composite* dengan jaringan dentin.

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1. Tujuan Umum

- 1.3.1.1 Menganalisa pengaruh besar tekanan *scrubbing* dan sudut yang terbentuk antara kuas aplikator dengan permukaan dentin terhadap kuat rekat geser material *self adhering flowable composite resin* dengan jaringan dentin.
- 1.3.1.2 Menganalisa lama waktu *scrubbing* dari material *self adhering flowable composite resin* terhadap kuat rekat geser dengan jaringan dentin.

1.3.2 Tujuan Khusus

- 1.3.2.1 Mengetahui pengaruh besar tekanan *scrubbing* dan sudut yang terbentuk antara kuas aplikator dengan permukaan dentin, selama 15 detik terhadap kuat rekat geser dari *self adhering flowable composite* dengan jaringan dentin.
- 1.3.2.2 Mengetahui pengaruh besar tekanan *scrubbing* dan sudut yang terbentuk antara kuas aplikator dengan permukaan dentin, selama 20 detik terhadap kuat rekat geser dari *self adhering flowable composite* dengan jaringan dentin.
- 1.3.2.3 Mengetahui pengaruh besar tekanan *scrubbing* dan sudut yang terbentuk antara kuas aplikator dengan permukaan dentin, selama 25 detik terhadap kuat rekat geser dari *self adhering flowable composite* dengan jaringan dentin.
- 1.3.2.4 Mengetahui pengaruh lama waktu *scrubbing* 15 detik, 20 detik, dan 25 detik dengan besar tekanan dan sudut yang terbentuk antara kuas aplikator dengan permukaan dentin terhadap kuat rekat geser dari *self adhering flowable composite* dengan jaringan dentin.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat untuk Ilmu pengetahuan

1. 4. 1. 1 Memberikan informasi mengenai adanya material baru dalam bidang adhesif yang menggabungkan teknologi material adhesif dengan resin komposit.
1. 4. 1. 2 Memberikan suatu tolak ukur di bidang Ilmu Material Kedokteran Gigi mengenai cara menentukan besar tekanan yaitu dengan melihat tolak ukur besar sudut yang terbentuk antara kuas aplikator dengan permukaan dentin pada saat aplikasi material *self adhering flowable composite* dengan menggunakan kuas aplikator yang telah disediakan oleh pabrik.

1.4.2 Manfaat untuk pabrik

1. 4. 2. 1 Memberikan masukan kepada pabrik untuk mencantumkan tolak ukur dalam menentukan besar tekanan yang dibutuhkan yaitu dengan melihat besar sudut yang terbentuk antara kuas aplikator dengan permukaan dentin dalam prosedur *scrubbing* sebagai petunjuk bagi pengguna.

1.4.3 Manfaat untuk dokter gigi

1. 4. 3. 1 Agar dokter gigi mengetahui berapa besar tekanan yang diberikan dengan melihat tolak ukur besar sudut yang terbentuk antara kuas aplikator dengan permukaan dentin serta lama waktu yang diperlukan untuk melakukan prosedur *scrubbing* pada saat aplikasi *self adhering flowable composite* dengan jaringan dentin.
1. 4. 3. 2 Agar dokter gigi bisa mengetahui cara aplikasi yang benar dari *self-adhering flowable composite* ke dalam jaringan dentin.

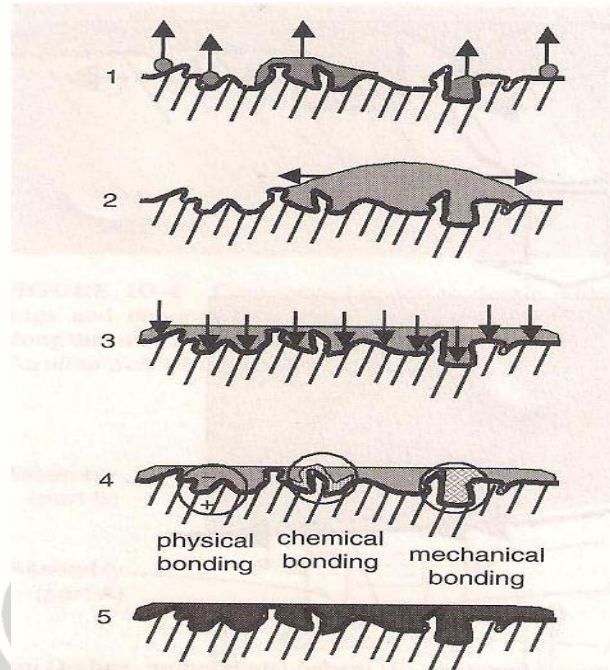
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Prinsip Adhesi

Adhesif berasal dari kata latin *adhaerere* yang berarti melekatkan. Adhesi merupakan ikatan antara atom atau molekul yang terbentuk dari dua material yang berbeda sehingga membentuk suatu kontak yang erat. Secara terminologi, adhesi adalah suatu proses membentuk *adhesive joint*. Substrat dimana bahan adhesif diletakkan disebut sebagai *adherend* sedangkan bahan yang dipakai untuk melekatkan disebut sebagai adhesif. Material adhesif yang dipakai dalam bidang kedokteran gigi biasanya juga disebut juga dengan *dental bonding*. Material adhesif / *bonding agent* digunakan sebagai *intermediate layer* untuk mendapatkan suatu kontak antara dua material yang berbeda.^{2,4}

Berdasarkan cara ikatannya, terdapat dua teori dalam sistem adhesi yaitu teori mekanik yang terjadi apabila terdapat *interlock* secara mekanik antara material adhesif dengan kekasaran ataupun iregularitas pada permukaan substrat, dan teori adsorpsi yang terjadi apabila terdapat ikatan kimia antara material adhesif dan substrat termasuk ikatan primer (ikatan antara atom secara kovalen dan ionik) maupun ikatan sekunder (ikatan antar atom secara Hidrogen, interaksi dipol, dan gaya Van Der Walls).^{2,4}

Syarat untuk terjadinya ikatan yang baik antara adheren dengan material adhesif diilustrasikan pada gambar 2.1. Syarat tersebut meliputi permukaan dari substrat harus bersih agar energi permukaan menjadi lebih tinggi sehingga material adhesif mampu membasahi permukaan substrat dengan baik, material adhesif harus mampu membasahi permukaan substrat dengan baik yang berarti mempunyai sudut kontak yang kecil sehingga mampu menyebar ke semua permukaan substrat, adanya kontak yang erat tanpa adanya udara yang terjebak ataupun kontaminasi dengan material lain, kekuatan antar permukaan harus memiliki kekuatan fisik, kimia dan kekuatan mekanik dalam melawan kekuatan *debonding*, serta material adhesif harus dapat terpolimerisasi dengan sempurna.²



Gambar 2.1 Syarat Adhesi yang Baik
 Sumber : Powers, Craig's Restorative Dental Material,
 Elsevier, Missouri, 2006, hal 215

2.1.1 Adhesi Terhadap Dentin

Perlekatan yang kuat dari material tumpat dengan jaringan dentin sulit didapatkan bila dibandingkan pada permukaan email walaupun telah dilakukan pengetsaan dengan menggunakan asam. Proses adhesi dengan jaringan dentin sangat berbeda dengan adhesi pada email. Terdapat 3 masalah utama dalam adhesi terhadap dentin, yaitu :^{4,10}

2. 1. 1. 1 Dentin mengandung struktur mineral yang lebih sedikit dan mengandung lebih banyak air bila dibanding dengan email.
2. 1. 1. 2 Adanya *smear layer* membuat energi permukaan rendah sehingga proses *wetting* lebih sulit dilakukan. Meskipun terjadi *wetting* yang baik, adanya pengerutan saat polimerisasi akan menarik *smear layer* menjauhi dentin dan menyebabkan terjadinya celah mikro.
2. 1. 1. 3 Cairan dalam tubuli dentin akan mengurangi stabilitas dari resin komposit yang berikatan dengan dentin.

Perkembangan material adhesif dimulai sejak adanya penemuan etsa asam oleh Michael Buonocore.^{1,2,4} Penemuan ini membuka wawasan mengenai pentingnya penggunaan material adhesif untuk meningkatkan kekuatan rekat. Pada awalnya, etsa asam digunakan untuk menghilangkan *smear layer* sehingga kolagen akan terbuka, sistem ini disebut sebagai sistem *total-etch*. Kekuatan rekat terhadap permukaan dentin yang baik didapat dengan melakukan tehnik etsa yang tepat sehingga tidak terjadi proses *over-etching* atau *under-etching* pada permukaan dentin.^{2,11} Perkembangan sistem adhesi generasi ke-4 yang memiliki kemampuan untuk berikatan secara kuat dengan email dan dentin dimulai sejak adanya penemuan hidrofilik primer yang mampu mengubah sifat permukaan dentin, sehingga memudahkan difusi dari material adhesif ke dalam jaringan kolagen dan tubuli dentin.¹² Penetrasi material adhesif ke dalam kolagen dentin akan menghasilkan suatu zona campuran yang disebut sebagai lapisan hibrid atau *resin dentin interdiffusion zone*.¹⁰ Lapisan ini akan memberikan kekuatan rekat material terhadap dentin. Namun kekuatan ikat terhadap dentin tidak tergantung pada tebalnya lapisan hibrid melainkan pada jumlah *microtag* dan bukan panjang dari *microtag*.¹³

Perkembangan penelitian adhesif terkini terfokus pada cara untuk menyederhanakan prosedur aplikasi dari sistem adhesif sehingga diperkenalkan sistem *self-etch*. Pengurangan dari jumlah tahapan aplikasi dapat mengurangi waktu manipulasi dan menghasilkan tehnik yang dapat mengurangi terjadinya sensitifitas dan juga meningkatkan efektifitas dari adhesif tersebut. *Self-etch dentin bonding agent* generasi ke-7 menyederhanakan cara pemakaian produk sehingga menghemat waktu serta mampu mengurangi sensitivitas pasca penumpatan.¹⁴ Perkembangan dan perbedaan sistem adhesif dari generasi ke-4 sampai ke-7 dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Perbedaan Sistem Adhesif Generasi ke-4 sampai Generasi ke-7

Bonding generasi 4	Bonding generasi 5	Bonding generasi 6		Bonding generasi 7
		Tipe I	Tipe II	
Kemasan terdiri dari beberapa botol	Kemasan terdiri dari 1 botol	Kemasan terdiri dari 2 botol	Kemasan terdiri dari 2 botol	Kemasan terdiri dari 1 botol
Etsa dengan asam Fosfat diperlukan	Etsa dengan asam Fosfat diperlukan	Etsa dengan asam Fosfat tidak diperlukan	Etsa dengan asam Fosfat tidak diperlukan	Etsa dengan asam Fosfat tidak diperlukan
Perlu dibilas	Perlu dibilas	Tidak perlu dibilas	Tidak perlu dibilas	Tidak perlu dibilas
Sistem polimerisasi <i>Light – and dual cured formulation</i>	Sistem polimerisasi <i>Light cure formulation; dual cure catalyst</i>	Sistem polimerisasi <i>Light cure formulation; dual cure catalyst</i>	Sistem polimerisasi <i>Light cure formulation</i>	Sistem polimerisasi <i>Light cure formulation</i>
Digunakan untuk aplikasi secara langsung dan tidak langsung	Digunakan untuk aplikasi secara langsung dengan material restorasi yang polimerisasi menggunakan sinar	Digunakan untuk aplikasi secara langsung dan tidak langsung	Digunakan untuk aplikasi secara langsung dengan material restorasi yang polimerisasi menggunakan sinar	Digunakan untuk aplikasi secara langsung dengan material restorasi yang polimerisasi menggunakan sinar

Sumber; Powers, Craig's Restorative Dental Material, Elsevier, Missouri, 2006 hal 223
 "Telah diolah kembali"

2.2 Surface Treatment

Perkembangan dari sistem adhesif mempengaruhi cara *surface treatment* pada permukaan dentin. Komposisi dentin lebih kaya akan material organik apabila dibandingkan dengan email. Dentin mengandung 50% hidroksi apatit, jaringan kolagen, serta adanya tubuli dentin yang berisi cairan yang menyebabkan dentin lebih bersifat hidrofilik bila dibanding dengan email. Selain itu permasalahan yang terjadi pada permukaan dentin adalah adanya *smear layer*.^{15,16}

Smear layer akan terbentuk pada saat melakukan preparasi permukaan dentin dengan menggunakan bur. Ketebalan *smear layer* berkisar antara

0,5 – 2,0 μm dan dapat melindungi pulpa dari stimulus serta mengurangi keluarnya cairan tubuli dentin. *Smear layer* bukan merupakan substrat yang stabil, oleh karena itu *smear layer* harus dihilangkan atau dimodifikasi agar monomer dapat berdifusi lebih baik ke dalam matriks kolagen. Untuk mendapatkan difusi yang baik perlu dilakukan *surface treatment* pada permukaan dentin untuk meningkatkan energi permukaan sehingga material adhesif mampu membasahi dentin dengan baik.¹⁵ Energi permukaan yang tinggi akan menyebabkan gaya tarik atom-atom pada permukaan dentin menjadi lebih besar sehingga akan terdapat kontak yang erat antara keduanya.²

Salah satu cara untuk menghilangkan *smear layer* adalah dengan pemakaian larutan etsa pada permukaan dentin yang dikenal sebagai *sistem total-etch*. Pada awalnya sistem *total etch* diperkenalkan oleh Prof Fusayama dan ditentang di Negara USA dan Eropa.^{2,4,11} Oleh karena, pada saat itu terdapat pemikiran bahwa etsa yang dilakukan pada jaringan dentin akan menyebabkan kematian dari pulpa. Selain itu Sistem *total-etch* ini mempunyai kekurangan yaitu dapat menyebabkan kolagen menjadi kolaps akibat proses pengeringan setelah pembilasan larutan etsa sehingga mengakibatkan terjadinya sensitivitas pasca penumpatan. Akan tetapi dengan berjalannya waktu, sistem *total-etch* ini akhirnya dapat diterima, setelah komposisi sistem *total-etch* dimodifikasi sehingga dapat mempercepat waktu etsa dan teknik manipulasi dari material adhesif tersebut. Pada perkembangan berikutnya proses ikatan terhadap jaringan dentin dengan teknik *total-etch* meliputi 3 tahapan yaitu proses pengetsaan dan pembilasan, pemberian primer dan proses penguapan dari material pelarut yang terdapat dalam material adhesif, serta aplikasi dari material adhesif disertai dengan proses polimerisasi.² Pemakaian etsa asam pada dentin dengan sistem *total-etch* akan menyebabkan dentin terdeminalisasi dan menyisakan jaringan kolagen yang kolaps akibat proses pengeringan. Jaringan kolagen yang kolaps akan menyebabkan infiltrasi resin menjadi lebih sulit. Oleh karena itu pemberian primer akan menegakkan kolagen yang kolaps. Fasa mineral yang hilang akibat proses demineralisasi akan digantikan oleh resin yang berinfiltrasi ke dalam jaringan kolagen. Permukaan baru yang merupakan gabungan antara resin dengan

jaringan kolagen disebut sebagai lapisan hibrid. Lapisan hibrid ini sangat kuat dan tangguh dan bertindak sebagai *micromechanical retention* untuk resin komposit.¹⁰

Perkembangan tehnik ikatan pada dentin ini semakin berkembang sejak di perkenalkannya tehnik *wet bonding* oleh Dr John Kanca dalam Powers.² Pada tehnik ini dentin tidak boleh terlalu kering dan harus dalam keadaan lembab karena kekuatan material adhesif akan meningkat menjadi dua kali lebih besar. Pada tehnik *wet bonding* akan menghasilkan lapisan hibrid yang lebih tebal dibanding dengan *dry bonding*.¹¹ Kandungan air dalam dentin merupakan komponen yang penting oleh karena mempunyai ion Hidrogen yang berperan dalam demineralisasi. Akan tetapi dentin yang terhidrasi juga dapat membentuk *waterfilled channel* dengan matriks polimer dari material adhesif yang hidrofilik. *Water filled channel* ini dapat mempercepat terjadinya kelarutan dari *unreacted monomer* dari resin yang terpolimerisasi sehingga menyebabkan terjadinya kelemahan dari polimer sehingga terjadi proses pelunakan.⁴

Perkembangan ilmu pengetahuan mengenai material adhesif semakin meluas. Pada awal 1990 beberapa kelompok peneliti mulai melakukan penelitian untuk mempermudah tehnik aplikasi, mempercepat waktu kerja serta mengurangi terjadinya sensitivitas pasca penumpatan yang sering terjadi pada *total-etch*, maka diperkenalkan suatu sistem yang disebut sebagai *self-etch adhesive*.² Keuntungan dari *self-etch adhesive* ini adalah pada saat diaplikasikan ke jaringan dentin, proses pengetsaan dan infiltrasi material adhesif ke dalam tubuli dentin terjadi dalam waktu yang bersamaan. Hal ini akan mengurangi sensitifitas serta menghemat waktu aplikasi. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi proses demineralisasi saat aplikasi *self-etch adhesive* pada dentin, yaitu konsentrasi dan pH monomer resin, viskositas, karakteristik *wetting* dari primer, waktu aplikasi serta tehnik aplikasi.¹⁷ *Self-etch adhesive* pada awalnya memakai HEMA (Hydroxyethyl Methacrylate) sebesar 30-40% sebagai primer yang dapat larut dalam air. Sedangkan sebagai bahan etsa yang digunakan adalah asam Fosfat dengan pH 1-2 untuk melakukan etsa pada *smear layer*.¹⁸

Pada sistem *self-etch* tidak dilakukan proses pembilasan dengan menggunakan air, oleh karena itu proses etsa pada sistem *self-etch* dapat berhenti oleh karena beberapa proses, antara lain gugus asam berikatan dengan Kalsium

dari gigi sehingga asam tersebut akan menjadi netral, proses penghambusan dengan udara pada saat aplikasi akan menguapkan bahan pelarut yang terdapat dalam material adhesif sehingga viskositas akan meningkat mengakibatkan terganggunya penghantaran gugus asam pada permukaan gigi, serta adanya proses polimerisasi dengan menggunakan sinar menyebabkan monomer primer akan terpolimerisasi sehingga proses penghantaran gugus asam pada permukaan gigi berhenti.¹⁷ Faktor utama yang sering menyebabkan terjadinya kegagalan dalam sistem *self-etch* yaitu hidrolisis dari matriks kolagen, serta terjadinya degradasi dari komponen sintetik dari lapisan hibrid.⁷ Teknik *self-etch* lebih sederhana dibanding teknik *total-etch* yang memerlukan 3 tahapan. *Self-etch* hanya memerlukan 2 tahapan (*two step self etching adhesive*) yaitu pengetsaan dan pemberian primer serta material adhesif yang telah dikemas dalam 1 kemasan. Penemuan yang terakhir dari sistem *self-etch* adalah *one step self etching adhesif (all in one)*. Pada sistem ini tahapan etsa dan pemberian primer berlangsung secara bersamaan.¹¹

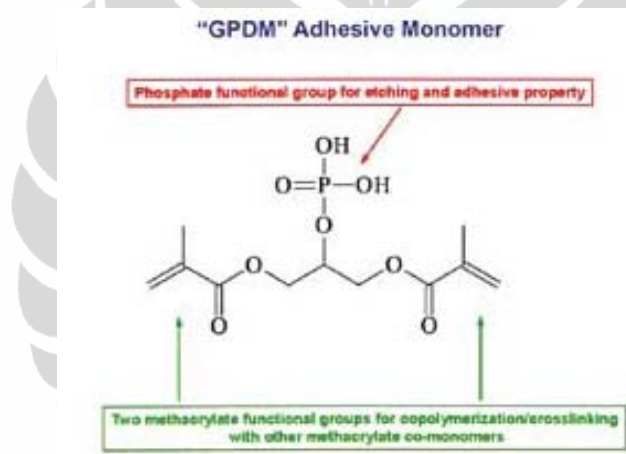
Teknik *scrubbing* merupakan *surface treatment* yang dapat dilakukan pada penggunaan sistem *self-etch adhesive*. Proses ini akan memodifikasi *smear layer* sehingga menghasilkan lapisan hibrid yang lebih tebal, meningkatkan evaporasi material pelarut yang terdapat di dalam material adhesif, meningkatkan kemampuan difusi monomer ke dalam dentin serta meningkatkan sifat mekanik dari material adhesif.¹¹ Permukaan dentin dilakukan proses *scrubbing* selama 20 detik untuk mengionisasi monomer asam dan memfasilitasi pelarutan ion Kalsium dan Fosfat dari *smear layer* yang telah teretsa.⁷ Kemudian dihembus dengan udara secara perlahan untuk menguapkan sisa air yang terkandung dalam produk.

2.3 Self Adhering Flowable Composite

Pada tahun 2009, sebuah inovasi baru dalam bidang adhesif memperkenalkan satu material yang dikenal sebagai *self adhering flowable composite* yang mengkombinasikan resin komposit dengan material adhesif dalam suatu produk. Indikasi dari *self adhering flow composite* antara lain sebagai material tumpat kelas I yang kecil, dasar dan *liner* untuk restorasi kelas I dan II,

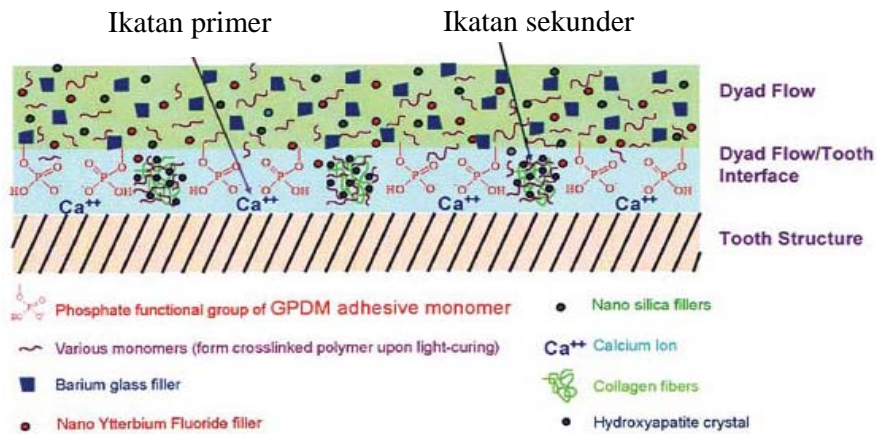
pit dan *fissure sealant*, perbaikan defek email, *blocking* suatu *undercut*, abrasi insisal, dan untuk perbaikan restorasi porselen.⁵

Produk ini tidak memerlukan material adhesif secara terpisah lagi karena mengandung monomer GPDM (Glycerol Phosphate Dimethacrylate). Monomer GPDM merupakan monomer adhesif yang mempunyai gugus asam Fosfat sehingga mampu mengetsa struktur gigi, serta memiliki dua gugus Methacrylate untuk kopolimerisasi dengan monomer Methacrylate yang lain untuk membentuk jaringan polimer yang saling bersilangan (*cross link*) seperti yang terlihat pada gambar 2.2. *Self adhering flowable composite* memiliki pH 1,9 yang kemudian akan berangsur-angsur menjadi netral seiring dengan proses polimerisasi.^{5,19}



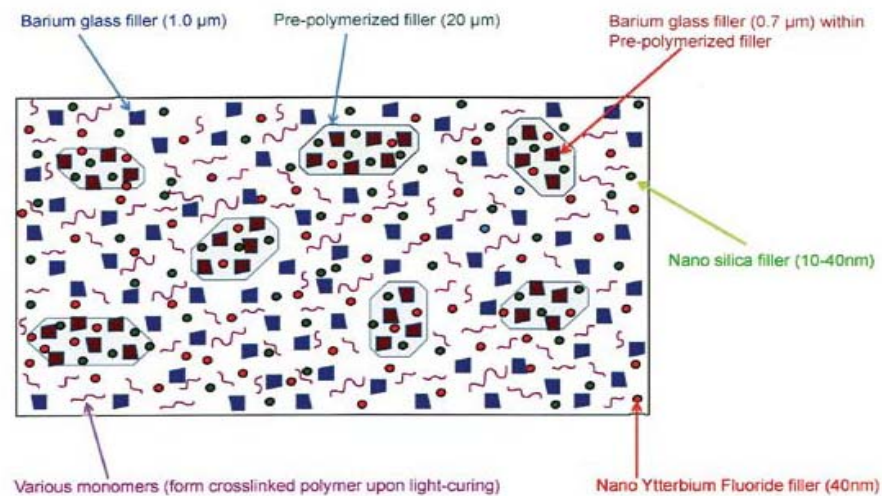
Gambar 2.2 Gugus Kimia Monomer GPDM
Sumber : *Product Manual, Dyad flow Self Adhering Flowable Composite*, hal 5

Self adhering flowable composite ini mempunyai dua jenis ikatan yaitu secara primer gugus Fosfat dari GPDM bertindak sebagai etsa serta sekaligus mampu berikatan secara kimia dengan ion Kalsium yang terdapat pada struktur gigi. Sedangkan secara sekunder monomer yang terpolarisasi dari GPDM akan berpentiasi ke dalam serat kolagen dentin dan membentuk lapisan hibrid seperti yang terlihat pada gambar 2.3.⁵



Gambar 2.3 Ikatan yang Terjadi Dalam Dentin Pada Saat Menggunakan *Dyad Flow*
 Sumber : *Product manual, Dyad Flow Self Adhering Flowable Composite*, hal 9

Self adhering flowable composite ini mengandung *filler Barium Glass, Colloidal Silica, and Ytterbium Fluoride* seperti yang terlihat pada gambar 2.4. *Filler* dalam bentuk prepolimerisasi berfungsi untuk memudahkan proses aplikasi serta memberikan permukaan yang halus dan meminimalkan terjadinya pengerutan saat polimerisasi. *Ytterbium Fluoride* dalam kandungan *self adhering flowable composite* akan mengeluarkan ion Fluoride dan secara radiografik memberikan gambaran radioopak.⁵



Gambar 2.4. Kandungan *Filler* Dalam *Dyad Flow*
 Sumber : *Product Manual, Dyad Flow Self Adhering Flowable Composite*, hal 10

2.4 Proses *Scrubbing*

Pada sistem *self-etch*, *smear layer* tidak dihilangkan tetapi dimodifikasi sehingga bertindak sebagai substrat. Material *self-etch* memiliki pH yang rendah (pH 1-2) sehingga mampu menetsa *smear layer* yang terdapat pada permukaan dentin. Namun *smear layer* ini tidak akan berubah menjadi lapisan hibrid apabila peletakkan material adhesif tidak dilakukan dengan prosedur *scrubbing* dengan baik.²⁰ Proses *scrubbing* dilakukan untuk mencegah proses terjebakny udara, mencampur sisa produk akibat larutnya struktur gigi yang terkena etsa memungkinkan proses penetrasi yang lebih dalam, sehingga akan meningkatkan kekuatan ikat secara mekanik akibat adanya interaksi asam dengan struktur gigi.²¹

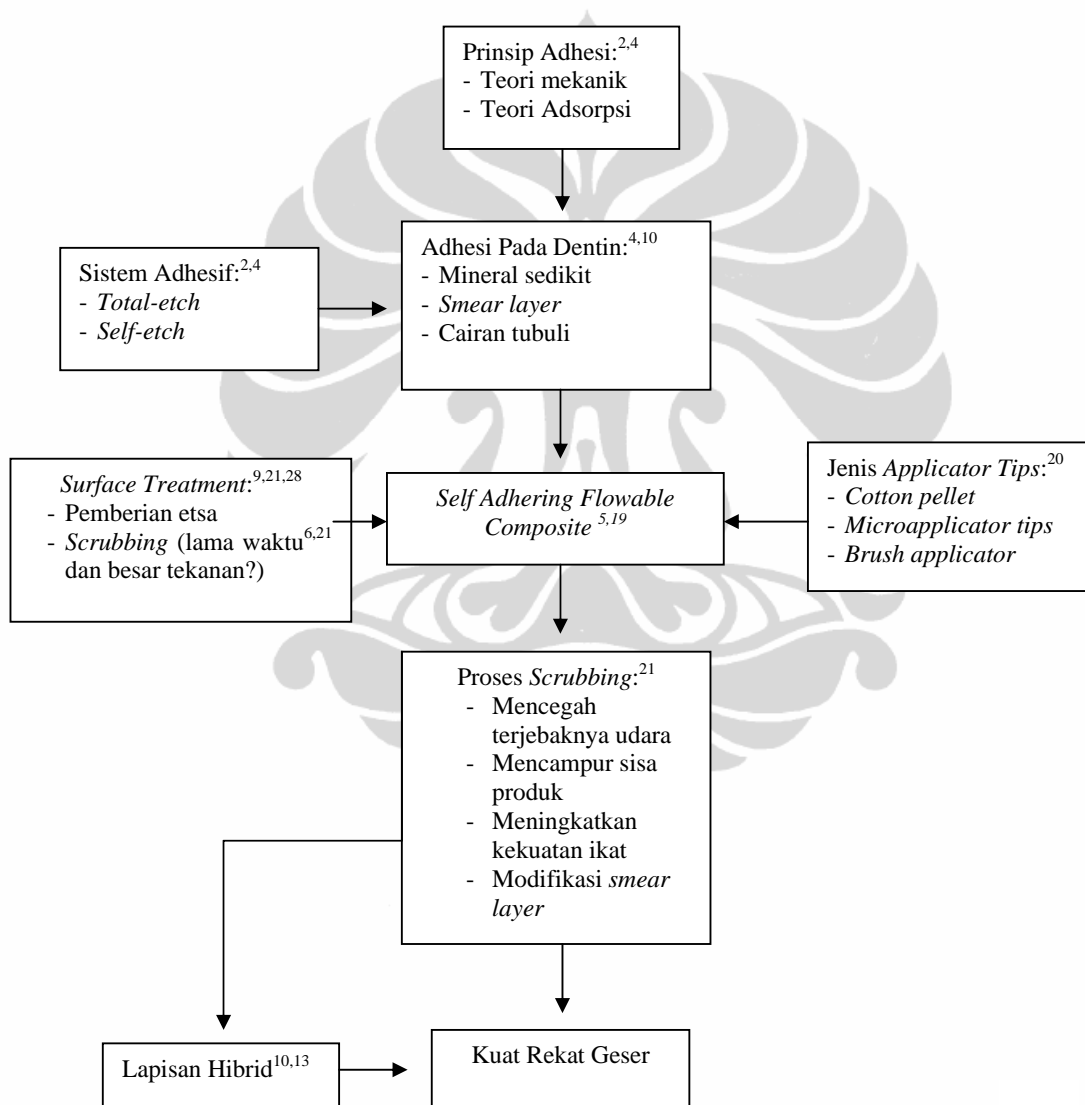
Proses aplikasi *self-etch* berbeda-beda sesuai dengan aturan pabrik yang mengeluarkannya. Ada beberapa pabrik yang menyarankan untuk melakukan proses *scrubbing* selama 15-30 detik dan ada pula yang tidak menyarankan proses *scrubbing*. Proses aplikasi material adhesif memerlukan beberapa *applicator tips* yang berbeda, antara lain dapat menggunakan *cotton pellet*, *microapplicator tip* dan *brush applicator* yang biasanya telah disediakan oleh pabrik.²⁰ Menurut Vinaychandra proses *scrubbing* dengan menggunakan *microbrush* pada permukaan dinding dan dasar dentin akan menambah penetrasi dari monomer asam ke dalam *smear layer* dan dentin.²² Begitu juga dengan Bansal yang menunjukkan adanya interaksi antara tehnik aplikasi yang berbeda dengan kekuatan ikat dari material adhesif dan hal tersebut tergantung dari banyak faktor, salah satu faktor tersebut adalah penggunaan *applicator tips* yang berbeda dapat menghasilkan kekuatan ikat yang berbeda.²⁰

Hal yang terpenting dalam pemakaian material adhesif *One Bottle All-in-One Adhesive* adalah waktu *scrubbing* yang tepat. Waktu *scrubbing* yang sesuai dengan aturan pabrik diperlukan agar material adhesif dapat berpenetrasi ke dalam kolagen secara maksimal dan masuk ke dalam tubuli dentin sehingga membentuk *micromechanical undercut* dengan membentuk *resin tag*.²¹ Tehnik *scrubbing* dilakukan pada permukaan dentin rata-rata selama 20 detik dan kemudian secara perlahan-lahan dikeringkan dengan menggunakan udara kering untuk menguapkan sejumlah air yang terkandung di dalam produk sehingga mampu

mengionisasi monomer asam dan memfasilitasi pelarutan ion Kalsium dan Fosfat pada *smear layer* yang telah dietsa dan struktur dentin.⁶

2.5. Kerangka Teori

Diagram kerangka teori penelitian ini dapat dilihat pada gambar 2.5.



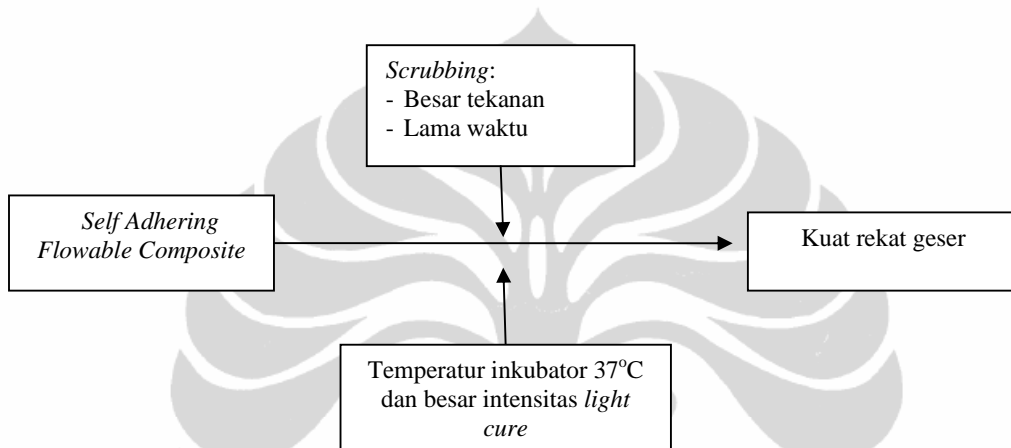
Gambar 2.5. Diagram Kerangka Teori

BAB 3

KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESA

3.1 Kerangka Konsep

Diagram kerangka konsep dan ruang lingkup penelitian dapat di lihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Kerangka Konsep

- Variabel bebas:
- *Self adhering flowable composite*
 - Besar tekanan *scrubbing*
 - Lama waktu *scrubbing*
- Variabel terikat : - Kuat rekat geser
- Variabel Terkendali : - Temperatur inkubator (37 °C)
- *Light cure* LED MAX Hilux 450 (Benlioglu) dengan intensitas 600 mWcm

3. 2 Hipotesa

3. 2. 1 Hipotesa Mayor

3. 2. 1. 1 Ada pengaruh besar tekanan *scrubbing* dan sudut yang terbentuk antara kuas aplikator dengan permukaan dentin terhadap kuat rekat geser *self adhering flowable composite resin* dengan jaringan dentin.
3. 2. 1. 2 Ada pengaruh lama waktu *scrubbing* terhadap kuat rekat geser *self adhering flowable composite resin* dengan jaringan dentin.

2. 2. 2 Hipotesa Minor

3. 2. 2. 1 Ada pengaruh besar tekanan dan sudut yang terbentuk antara kuas aplikator dengan permukaan dentin, selama 15 detik terhadap kuat rekat geser dari *self adhering flowable composite* dengan jaringan dentin.
3. 2. 2. 2 Ada pengaruh besar tekanan dan sudut yang terbentuk antara kuas aplikator dengan permukaan dentin, selama 20 detik terhadap kuat rekat geser dari *self adhering flowable composite* dengan jaringan dentin.
3. 2. 2. 3 Ada pengaruh besar tekanan dan sudut yang terbentuk antara kuas aplikator dengan permukaan dentin, selama 25 detik terhadap kuat rekat geser dari *self adhering flowable composite* dengan jaringan dentin.
3. 2. 2. 4 Ada pengaruh lama waktu *scrubbing* 15 detik, 20 detik, dan 25 detik dengan besar tekanan dan sudut yang terbentuk antara kuas aplikator dengan permukaan dentin terhadap kuat rekat geser dari *self adhering flowable composite* dengan jaringan dentin.

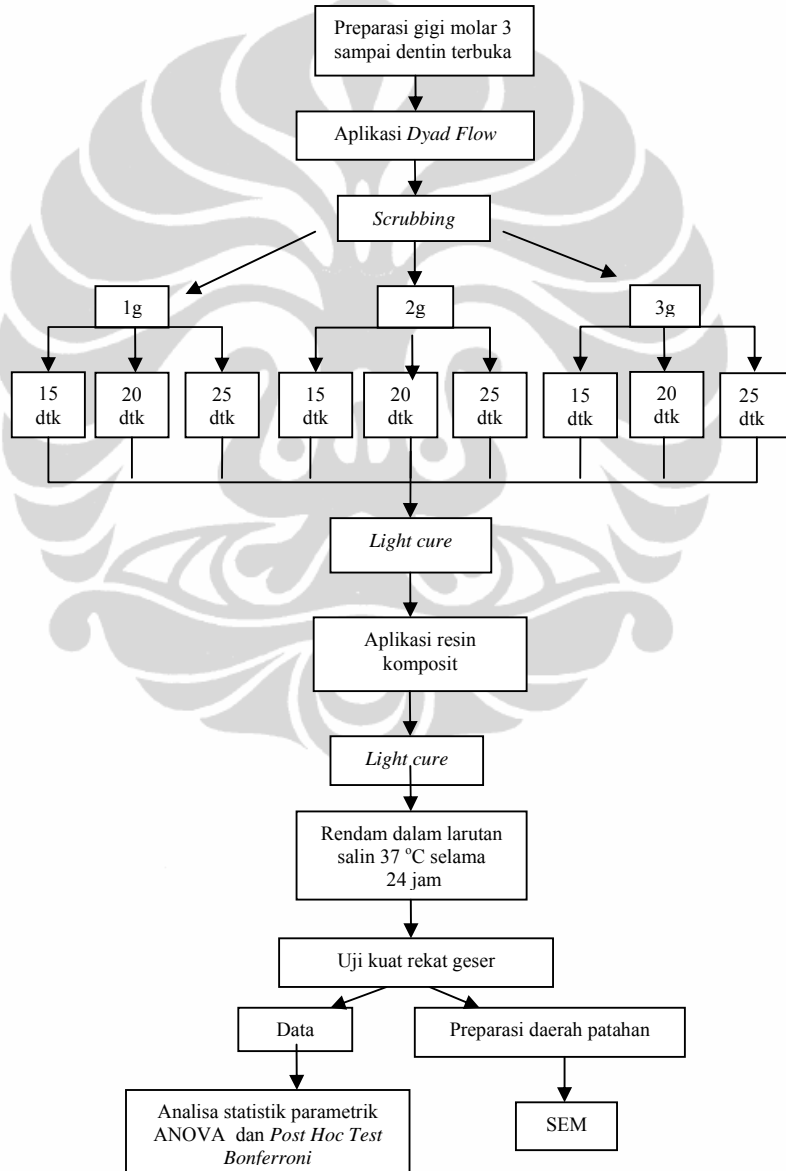
BAB 4 METODE PENELITIAN

4.1 Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan studi eksperimental laboratorik

4.2 Alur Penelitian

Diagram alur penelitian dapat di lihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Diagram Alur Penelitian

4.3 Tempat dan Waktu

4.3.1 Tempat : - Laboratorium Penelitian dan Pengembangan Material Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Indonesia, Jakarta Pusat
- Laboratorium SEM, BATAN PUSPIPTEK Serpong, Tangerang

4.3.2 Waktu : Januari – Mei 2012

4.4 Spesimen

Spesimen yang digunakan yaitu material *self adhering flowable composite* merek Dyad Flow (Kerr) warna A1, resin komposit *nanofiller* Filtex Z 350 (3M ESPE) warna A3,5 yang dapat dilihat pada tabel 4.1 dan gambar 4.2.

Tabel 4.1 : Jenis Material yang Dipakai, Komposisi serta Prosedur Aplikasi

Material	Pabrik	Komposisi	Prosedur Aplikasi
<i>Self adhering flowable composite</i> (Dyad Flow)	Kerr	GPDM, barium glass, colloidal silica, Ytterbium fluoride	- aplikasi selapis tipis kurang dari 0,5 mm - <i>scrubbing</i> selama 15-20 detik dengan kuas aplikator yang telah disediakan - polimerisasi selama 20 detik - aplikasi resin komposit
Resin komposit (Filtex Z 350)	3M ESPE	BIS-GMA, BIS-EMA, UDMA, TEGDMA, nanosilica filler, zirconia/silica nanocluster	-Aplikasi dan polimerisasi selama 20 detik

Keterangan : GPDM (Glycerol Phosphate Dimethacrylate), Bis-GMA (Bisphenol A Diglycidyl Ether Dimethacrylate), BIS-EMA (Bisphenol A Polyethylene Glycol Diether Dimethacrylate), TEGDMA (Triethylene Glycol Dimethacrylate)



Gambar 4.2 Material Adhesif yang Digunakan

4.5 Besar Spesimen

Perhitungan besar spesimen di dalam penelitian ini menggunakan rumus Frederer:²³

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

Ket : t = jumlah kelompok perlakuan

n = jumlah ulangan

Cara perhitungan besar spesimen :

t = 9 kelompok perlakuan $\rightarrow (9-1)(n-1) \geq 15$

$$8(n-1) \geq 15$$

$$8n - 8 \geq 15$$

$$n \geq 3 \approx 6$$

Dalam penelitian ini terdapat 9 kelompok kerja dengan masing-masing kelompok terdiri dari 6 spesimen (n=6) dengan jumlah total 54 spesimen.

4.6 Kriteria Subyek

4. 6.1 Gigi molar 3 manusia yang baru selesai dicabut dan telah disetujui secara etik (lampiran 1) direndam dalam larutan salin dan dipreparasi sehingga dentin terbuka.
4. 6.2 *Applicator tips* yang digunakan untuk tehnik *scrubbing* adalah kuas aplikator yang telah disediakan oleh pabrik.
4. 6.3 *Self adhering flowable composite* Dyad Flow, Kerr yang dipakai warna A1.

4. 6.4 Resin komposit yang dipakai *nanofiller* (Filtex Z350, 3M ESPE) warna A3,5.
4. 6.5 Polimerisasi dengan menggunakan *light curing* LED MAX Hilux 450 (Benlioglu) dengan intensitas 600 mW cm^{-2} selama 20 detik.

4.7 Identifikasi Variabel dan Definisi Operasional Variabel Penelitian

Identifikasi variabel dan definisi operasional variabel penelitian dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Identifikasi Variabel dan Definisi Operasional Variabel Penelitian

Definisi operasional	Satuan	Skala	Alat ukur
Kuat rekat geser (<i>Shear Bond Strength</i>) adalah kemampuan maksimum material adhesif untuk melekat dengan jaringan dentin terhadap gaya geser Dihitung dengan $SBS = F / \pi r^2$ F: beban uji (KgF) π : 3,14 (konstanta) r : jari-jari spesimen $\text{KgF} \times 9.8 = \text{MPa}$	MPa	Numerik	<i>Universal Testing Machine</i> dengan kecepatan uji 1mm / menit
<i>Self adhering flowable composite</i> : material adhesif yang telah dikombinasikan dengan resin sehingga tidak memerlukan material adhesif secara terpisah		Nominal	
Resin komposit : material restorasi yang mempunyai tampilan estetik yang baik dan memerlukan aktivasi sinar untuk proses polimerisasi		Nominal	
Besar tekanan pada saat <i>scrubbing</i> : besar tekanan yang diberikan saat aplikasi material <i>self adhering flowable composite</i> menggunakan kuas aplikator dengan memperhatikan besar sudut yang terbentuk. Besar sudut: besar sudut yang terbentuk antara kuas aplikator dengan permukaan dentin	Gram	Numerik	Timbangan digital
Lama waktu pada saat <i>scrubbing</i> (15 detik, 20 detik dan 25 detik)	Detik	Numerik	<i>Stopwatch</i>

bersambung

Temperatur 37 °C merupakan temperatur material adhesif dalam ruangan inkubator	°C	Numerik	<i>Thermometer couple</i>
--	----	---------	---------------------------

4.8 Cara Kerja

4.8.1 Material dan Alat

4.8.1.1 Material :

- Material adhesif *Self adhering flowable composite* merek Dyad Flow (Kerr) warna A1 (Batch number :4093630)
- Resin komposit Filtek Z 350 (3M ESPE) warna A3,5 (Batch number: 551441000)
- Gigi molar-3
- Resin dekoratif
- Kertas Silika Karbida nomor 600
- Matriks plastik dengan diameter 5 mm
- *Gelatin ring* dengan diameter 5 mm
- *Nail varnish* warna merah
- Larutan salin

4.8.1.2 Alat :

- *Cutting Machine (Struers Accutom-2)*
- *Grinding-Polishing Machine (Struers Labpol-21)*
- Mikroskop stereo (Nikon SMZ800)
- Pipa untuk *mounting*
- Kuas aplikator yang terdapat dalam kemasan *Dyad Flow*
- Timbangan digital
- *Stopwatch*
- *Light curing: Light curing LED (Hilux, Benlioglu)* dengan intensitas 600 mW cm⁻²
- *Plastic filling instrument*
- *Semen stopper*
- *Burnisher*

- Gelas takar 250 ml
- Pot plastik untuk perendaman
- Inkubator
- *Universal Testing Machine* (UTM) merek Shimadzu AG-5000E, Japan
- *Low speed micromotor*
- *Carborandum disk*
- *Syringe*
- *BSE Scanning Electron Microscopy + EDS* JSM 6510LA (JEOL, Jepang)

4.8.2 Cara Pembuatan Spesimen ²⁴

4. 8. 2. 1 Gigi molar-3 yang baru dicabut sesuai dengan prosedur dan telah disetujui oleh komisi etik (lampiran 1), kemudian gigi direndam dalam larutan salin.
4. 8. 2. 2 Gigi dipotong dengan *cutting machine* sampai dentin terbuka dan diperiksa dengan menggunakan mikroskop stereo.
4. 8. 2. 3 Gigi ditanam dalam resin dekoratif.
4. 8. 2. 4 Gigi diasah dengan menggunakan kertas silika karbida nomor 600 sampai didapat permukaan dentin yang rata.
4. 8. 2. 5 Daerah yang akan diperiksa ditandai dengan menggunakan matriks plastik yang memiliki diameter sama dengan *gelatin ring*, dengan cara meletakkan matriks plastik pada daerah dentin kemudian di sekelilingnya diulas dengan *nail varnish* untuk menandai daerah aplikasi dari material adhesif seperti pada gambar 4.3.



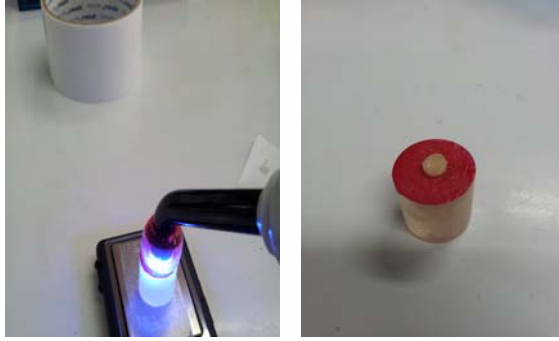
Gambar 4.3 Cara Membuat Daerah Kerja

4. 8. 2. 6 *Dyad Flow* (Kerr) diaplikasikan pada daerah yang telah ditandai. Komposisi dan cara aplikasi material adhesif dapat dilihat pada tabel 4.1.
4. 8. 2. 7 Pada kelompok perlakuan dilakukan prosedur *scrubbing* dengan besar tekanan yang berbeda dengan menggunakan kuas aplikator yang disediakan oleh pabrik serta variasi lama waktu (15 detik, 20 detik, dan 25 detik). Penelitian menunjukkan besar sudut 60° antara kuas aplikator dengan permukaan dentin akan menghasilkan besar tekanan 1 gram, sudut 30° akan menghasilkan tekanan 2 gram, dan sudut 0° akan menghasilkan tekanan 3 gram seperti yang terlihat pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 Cara Menentukan Besar Tekanan yang Diberikan Pada Saat *Scrubbing*

4. 8. 2. 8 Polimerisasi dengan sinar selama 20 detik.
4. 8. 2. 9 Aplikasi resin komposit *nanofiller* Filtex Z350 (3M ESPE) secara inkremental ke dalam *gelatin ring* dan polimerisasi selama 20 detik seperti yang terlihat pada gambar 4.5.



Gambar 4.5 Prosedur Aplikasi Resin Komposit

4. 8. 2. 10 Spesimen direndam dalam larutan salin dan disimpan dalam inkubator dengan temperatur 37°C selama 24 jam

4.8.3 Prosedur Kerja

4.8.3.1 Uji Kuat Rekat Geser

- Setelah dilakukan perendaman selama 24 jam dilakukan pengujian menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM) dengan beban 50 KgF dan kecepatan 1 mm /menit (gambar 4.6).
- Hasil yang telah didapat kemudian di kalkulasi melalui rumus $SBS = F / \pi r^2$ untuk mendapatkan nilai kekuatan rekat geser (*Shear Bond Strength*).²



Gambar 4.6: Cara Uji Kuat Rekat Geser dengan Menggunakan *Universal Testing Machine* (Shimadzu, Japan)

4.8.3.2 Pengamatan Gambaran SEM + EDS Pada Daerah Patahan

Untuk melihat morfologi antarmuka resin dengan dentin maka dilakukan pengamatan dengan *BSE Scanning Electron Microscopy*. Spesimen disiapkan dengan cara sebagai berikut :^{10,25}

- Daerah uji spesimen dipotong menjadi dua bagian.
- Satu bagian hasil potongan melintang dilakukan penghalusan dengan kertas Silika Karbida nomor 2000 dan pemolesan dengan alumina 1 μ m.
- Spesimen dibersihkan menggunakan *ultrasonic cleaner* selama 5 menit.
- Setelah itu direndam dalam HCl 37 % selama 30 detik untuk mendemineralisasi dentin.
- Kemudian spesimen dibersihkan dengan air mengalir.
- Selanjutnya spesimen direndam dalam NaOCl 1% selama 10 menit untuk melarutkan matriks dentin yang telah mengalami proses demineralisasi.
- Setelah itu spesimen dibilas dengan air yang mengalir dan dibersihkan dengan menggunakan *ultrasonic cleanser* selama 5 menit.
- Pengamatan dengan *BSE Scanning Electron Microscopy* + EDS seperti pada gambar 4.7.



Gambar 4.7 Alat *Scanning Electron Microscopy* (JEOL JSM 6510LA)

4.9 Analisa Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan *One Way ANOVA* dan *Post Hoc Test Bonferroni* dengan menggunakan program SPSS for windows versi 17.0 (SPSS inc) dan dilanjutkan dengan menggunakan uji *Two Way ANOVA* untuk melihat pengaruh besar tekanan dan lama waktu pada saat *scrubbing* terhadap kuat rekat geser antara *self adhering flowable composite* dengan jaringan dentin.²⁶



BAB 5 HASIL PENELITIAN

Hasil penelitian ini menunjukkan besar sudut 60° antara kuas aplikator dengan permukaan dentin akan menghasilkan besar tekanan 1 gram, besar sudut 30° akan menghasilkan tekanan 2 gram, dan besar sudut 0° akan menghasilkan tekanan 3 gram. Besar sudut yang terbentuk antara kuas aplikator dengan permukaan dentin pada penelitian ini dapat dijadikan sebagai tolak ukur untuk menentukan besar tekanan *scrubbing* yang diberikan pada saat aplikasi material *self adhering flowable composite*.

Telah dilakukan pengujian kuat rekat geser antara material *self adhering flowable composite* dengan dentin ditinjau dari besar tekanan dan lama *scrubbing* pada permukaan dentin dengan hasil sebagai berikut :

5.1 Pengaruh Besar Tekanan dan Lama Waktu *Scrubbing* Terhadap Nilai Kuat Rekat Geser dari *Self Adhering Flowable Composite* dengan Dentin

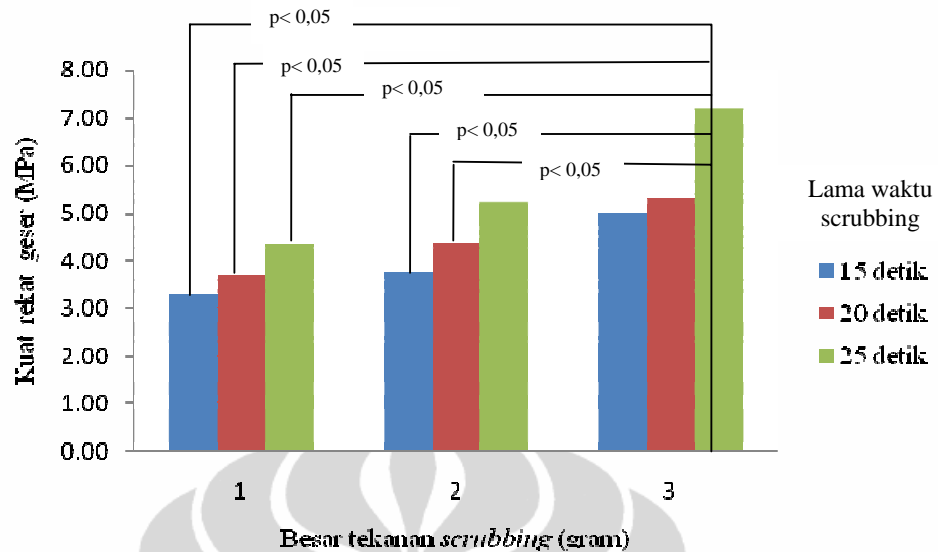
Nilai rata-rata kuat rekat geser material *self adhering flowable composite* *Dyad Flow*, *KERR* terhadap jaringan dentin dengan variasi tekanan 1 gram, 2 gram, dan 3 gram selama 15 detik, 20 detik, dan 25 detik, dapat dilihat pada tabel 5.1

Tabel 5.1 Nilai Rata-rata Kuat Rekat Geser (MPa) Antara Material *Self Adhering Flowable Composite* dengan Jaringan Dentin Berdasarkan Besar Tekanan dan Lama Waktu *Scrubbing*

Tekanan (gram)	Waktu (detik)		
	15	20	25
1	$3,30 \pm 0,92$	$3,70 \pm 1,19$	$4,33 \pm 1,66$
2	$3,77 \pm 1,47$	$4,36 \pm 1,44$	$5,23 \pm 1,25$
3	$4,99 \pm 0,82$	$5,25 \pm 2,04$	$7,22 \pm 0,68$

Berdasarkan besar tekanan dan lama waktu *scrubbing*, secara umum terlihat bahwa adanya peningkatan nilai kuat rekat geser dengan bertambahnya besar tekanan dan lama waktu pada saat *scrubbing*. Nilai kuat rekat geser pada kelompok dengan besar tekanan *scrubbing* 3 gram menunjukkan nilai kuat rekat geser tertinggi bila dibandingkan dengan tekanan *scrubbing* 2 gram dan 1 gram. Hal yang sama juga terlihat pada kelompok dengan lama waktu *scrubbing* 25 detik memperlihatkan nilai kuat rekat geser yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan lama waktu *scrubbing* 20 detik dan 15 detik.

Berdasarkan analisa statistik menunjukkan data memiliki distribusi yang normal (lampiran 2.1). Uji *One Way ANOVA* terhadap nilai kuat rekat geser material *self adhering flowable composite* dengan dentin menunjukkan setidaknya ada 2 kelompok yang berbeda bermakna oleh karena adanya perbedaan kuat rekat geser antara besar tekanan *scrubbing* 1 gram, 2 gram, dan 3 gram, serta lama waktu *scrubbing* 15 detik, 20 detik, dan 25 detik (lampiran 2.2). Untuk melihat perbedaan yang terjadi antar kelompok perlakuan maka dilakukan *Post Hoc Test Bonferroni*. Hasil *Post Hoc Test Bonferroni* (lampiran 2.3) yang membandingkan nilai kuat rekat geser antar kelompok besar tekanan dan lama waktu menunjukkan terdapat perbedaan yang bermakna ($p < 0,05$) antara kelompok besar tekanan *scrubbing* 1 gram selama 15 detik dengan besar tekanan *scrubbing* 3 gram selama 25 detik, kelompok besar tekanan *scrubbing* 1 gram selama 20 detik dengan besar tekanan *scrubbing* 3 gram selama 25 detik, kelompok besar tekanan *scrubbing* 1 gram selama 25 detik dengan besar tekanan *scrubbing* 3 gram selama 25 detik, kelompok besar tekanan *scrubbing* 2 gram selama 15 detik dengan besar tekanan *scrubbing* 3 gram selama 25 detik, serta kelompok besar tekanan *scrubbing* 2 gram selama 20 detik dengan besar tekanan *scrubbing* 3 gram selama 25 detik (gambar 5.1).



Gambar 5.1 Grafik Kemaknaan Kuat Rekat Geser *Self Adhering Flowable Composite* Pada Jaringan Dentin Berdasarkan Besar Tekanan dan Lama Waktu *Scrubbing*

Analisa statistik *Two Way ANOVA* dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat interaksi antara kelompok besar tekanan 1 gram, 2 gram, dan 3 gram serta lama waktu *scrubbing* 15 detik, 20 detik, dan 25 detik. Hasil analisa statistik dengan menggunakan *Two way ANOVA* menunjukkan adanya perbedaan antara kelompok besar tekanan *scrubbing* 1 gram, 2 gram, dan 3 gram serta kelompok lama waktu *scrubbing* 15 detik, 20 detik, dan 25 detik (lampiran 2.4). Hasil *Post Hoc Test Bonferroni* untuk membandingkan antar besar tekanan *scrubbing* 1 gram, 2 gram, dan 3 gram menunjukkan adanya perbedaan yang bermakna ($p < 0,05$) antara besar tekanan 1 gram dengan 3 gram (lampiran 2.5). Hasil *Post Hoc Test Bonferroni* untuk membandingkan antar lama waktu *scrubbing* 15 detik, 20 detik, dan 25 detik menunjukkan adanya perbedaan yang bermakna ($p < 0,05$) antara lama waktu 15 detik dengan lama waktu 25 detik (lampiran 2.6).

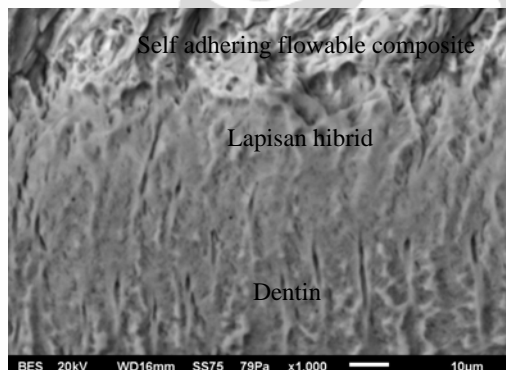
5.2 Hasil Pengamatan *Scanning Electron Microscope + EDS (Energy Dispersive Spectroscopy)*

Berdasarkan hasil pengamatan pada antarmuka permukaan dentin dengan *self adhering flowable composite* melalui SEM terlihat perbedaan gambaran morfologi dari lapisan hibrid yang terbentuk akibat pemberian tekanan dan lama

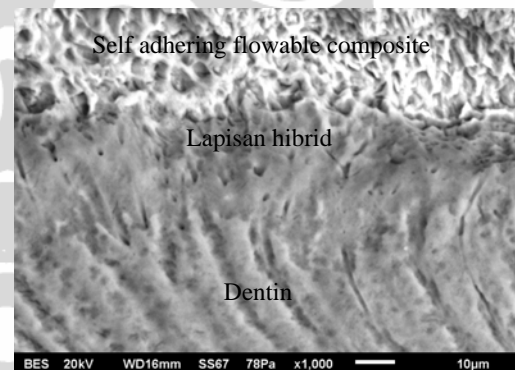
waktu *scrubbing* yang berbeda pada saat aplikasi material *Self Adhering Flowable Composite*.

5.2.1 Gambaran SEM Permukaan Dentin Akibat Tekanan *Scrubbing* 1 gram Selama 15 detik, 20 detik, dan 25 detik pada Saat Aplikasi *Self Adhering Flowable Composite*

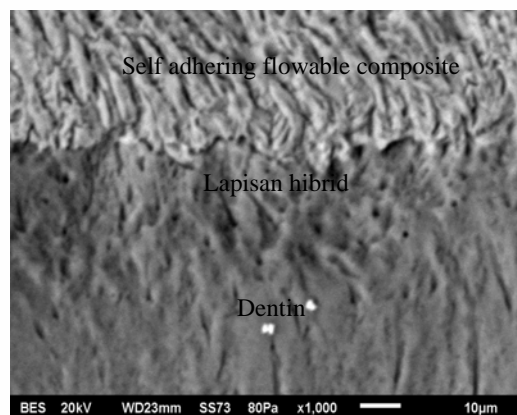
Gambaran SEM permukaan dentin dengan aplikasi bahan *self adhering flowable composite* pada tekanan 1 gram selama 15 detik, 20 detik, dan 25 detik memperlihatkan gambaran lapisan hibrid yang terbentuk semakin jelas dengan bertambahnya waktu. Pada kelompok 1 gram 15 detik (Gambar 5.2.a) gambaran lapisan hibrid kurang terlihat dengan jelas. Pada kelompok 1 gram 20 detik (Gambar 5.2.b) mulai terlihat lapisan hibrid yang tidak beraturan. Sedangkan pada kelompok 1 gram 25 detik (Gambar 5.2.c) terlihat gambaran lapisan hibrid yang lebih jelas.



Gambar 5.2.a Gambaran SEM Permukaan Dentin Akibat Tekanan *Scrubbing* 1 gram Selama 15 detik



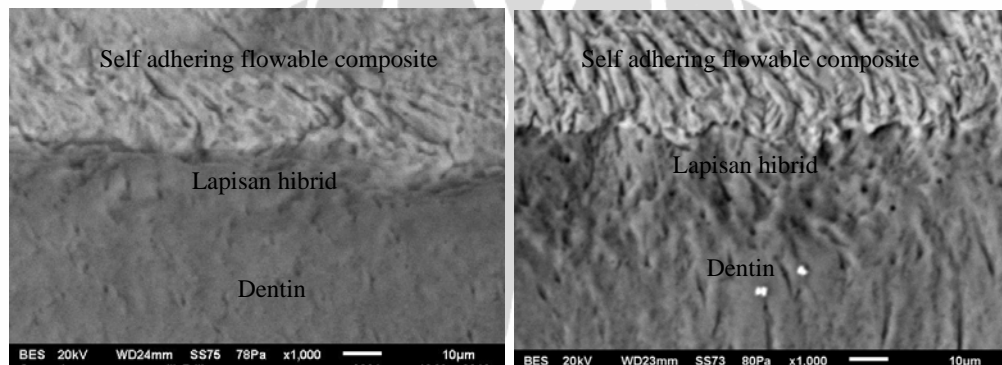
Gambar 5.2.b Gambaran SEM Permukaan Dentin Akibat Tekanan *Scrubbing* 1 gram Selama 20 detik



Gambar 5.2.c Gambaran SEM Permukaan Dentin Akibat Tekanan *Scrubbing* 1 gram Selama 25 detik

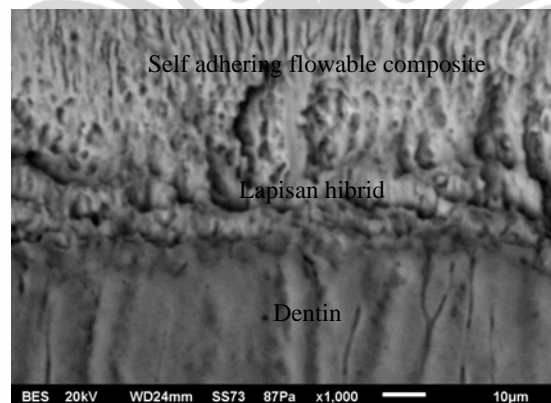
5.2.2 Gambaran SEM Permukaan Dentin Akibat Tekanan *Scrubbing* 2 gram Selama 15 detik, 20 detik, dan 25 detik dengan *Self Adhering Flowable Composite*

Gambaran SEM permukaan dentin dengan aplikasi bahan *self adhering flowable composite* pada tekanan 2 gram selama 15 detik, 20 detik, dan 25 detik memperlihatkan gambaran lapisan hibrid yang terbentuk dengan bertambahnya waktu semakin jelas terlihat (Gambar 5.3.a, 5.3.b, 5.3.c). Secara umum lapisan hibrid ini lebih jelas bila dibandingkan dengan gambaran lapisan hibrid pada tekanan *scrubbing* 1 gram.



Gambar 5.3.a Gambaran SEM Permukaan Dentin Akibat Tekanan *Scrubbing* 2 gram Selama 15 detik

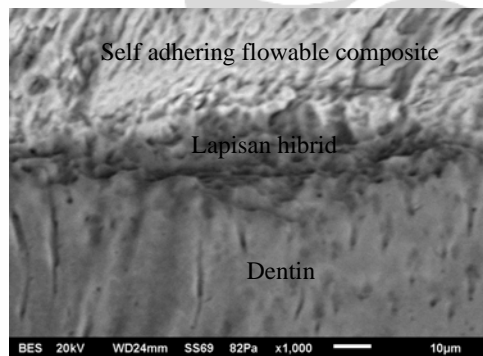
Gambar 5.3.b Gambaran SEM Permukaan Dentin Akibat Tekanan *Scrubbing* 2 gram Selama 20 detik



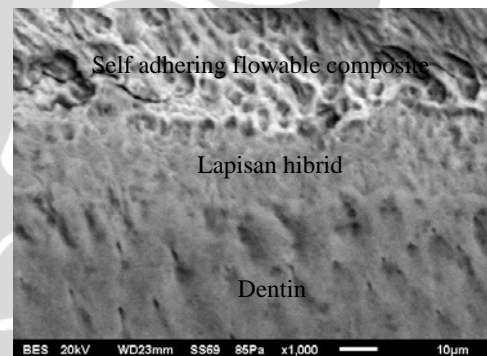
Gambar 5.3.c Gambaran SEM Permukaan Dentin Akibat Tekanan *Scrubbing* 2 gram Selama 25 detik

5.2.3 Gambaran SEM Permukaan Dentin Akibat Tekanan *Scrubbing* 3 gram Selama 15 detik, 20 detik, dan 25 detik dengan *Self Adhering Flowable Composite*

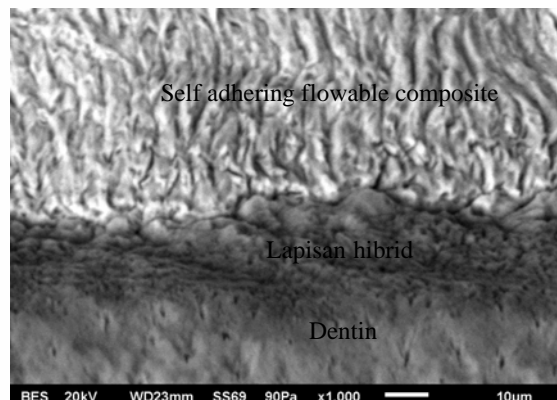
Gambaran SEM permukaan dentin dengan aplikasi bahan *self adhering flowable composite* pada tekanan 3 gram selama 15 detik, 20 detik, dan 25 detik memperlihatkan gambaran lapisan hibrid yang bervariasi. Pada kelompok 3 gram 15 detik (Gambar 5.4.a) gambaran lapisan hibrid terlihat dengan jelas. Pada kelompok 3 gram 20 detik (Gambar 5.4.b) lapisan hibrid yang terbentuk tampak lebih jelas. Sedangkan pada kelompok 3 gram 25 detik (Gambar 5.4.c) terlihat gambaran lapisan hibrid yang sangat jelas. Secara umum gambaran lapisan hibrid ini lebih jelas dibandingkan dengan gambaran lapisan hibrid pada tekanan *scrubbing* 1 gram dan 2 gram.



Gambar 5.4.a Gambaran SEM Permukaan Dentin Akibat Tekanan *Scrubbing* 3 gram selama 15 detik



Gambar 5.4.b Gambaran SEM Permukaan Dentin Akibat Tekanan *Scrubbing* 3 gram Selama 20 detik

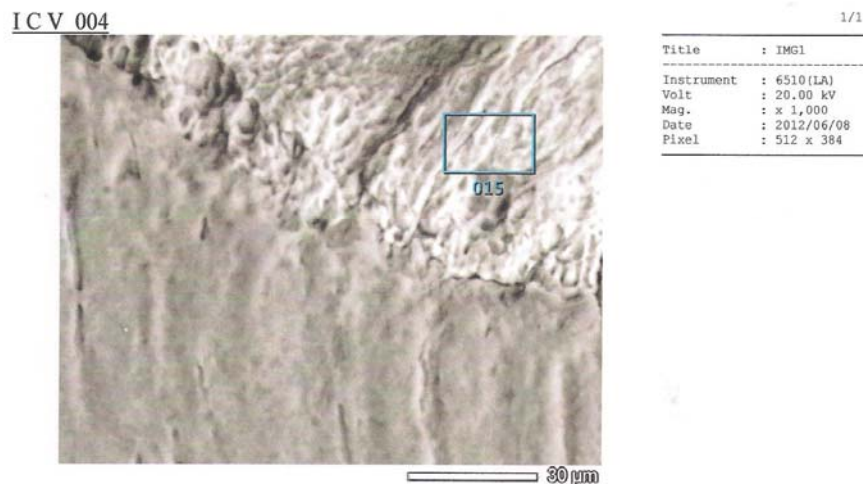


Gambar 5.4.c Gambaran SEM Permukaan Dentin Akibat Tekanan *Scrubbing* 3 gram Selama 25 detik

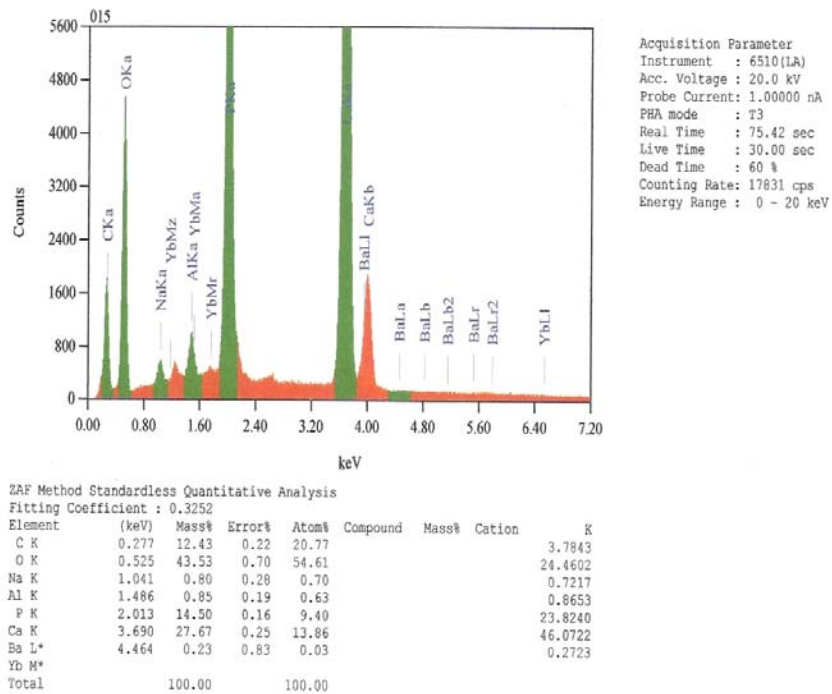
5.8.3 Analisa Unsur Pada Antarmuka Permukaan *Self Adhering Flowable Composite* dengan Dentin

5.8.3.1 Analisa Pada Daerah *Self Adhering Flowable Composite*

Pada daerah *self adhering flowable composite* (gambar 5.5.a) dilakukan pemeriksaan kandungan unsur melalui EDS (*Energy Dispersive Spectroscopy*). EDS menunjukkan adanya kandungan Barium dan Ytterbium walaupun hanya sedikit seperti yang terlihat pada Gambar 5.5.b. Kandungan Barium dan Ytterbium hanya terdapat pada bahan *self adhering flowable composite* dan tidak terdapat pada dentin sehingga terbukti bahwa daerah yang telah ditandai merupakan daerah *self adhering flowable composite*.



Gambar 5.5.a Daerah Analisa dengan EDS pada *Self Adhering Flowable Composite* (yang diberi tanda kotak)



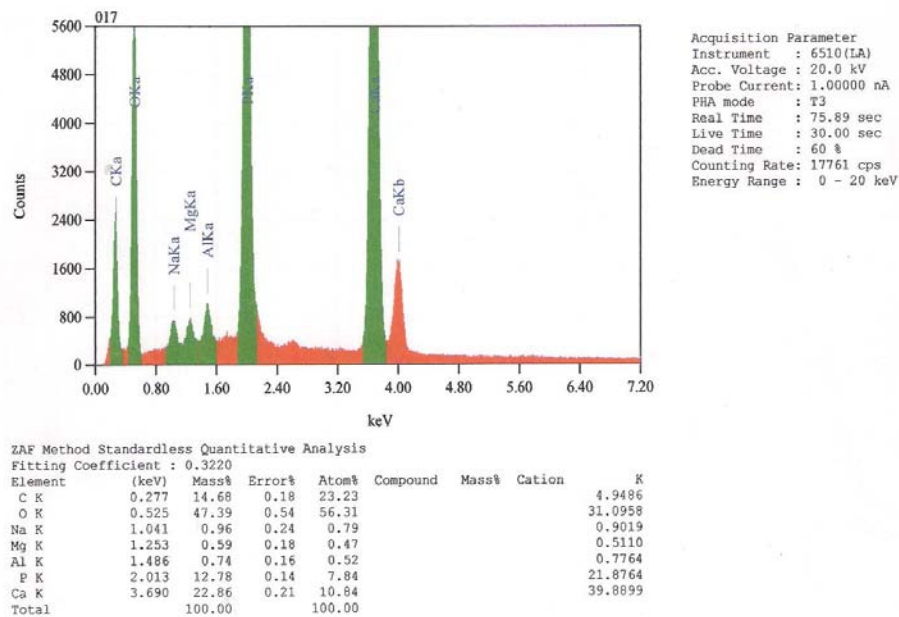
Gambar 5.5.b Hasil EDS pada daerah *self adhering flowable composite*

5.8.3.2 Analisa pada Daerah Lapisan Hibrid

Pada daerah lapisan hibrid (gambar 5.6.a) dilakukan pemeriksaan kandungan unsur melalui EDS (*Energy Dispersive Spectroscopy*). EDS menunjukkan tidak terdapatnya kandungan Barium dan Ytterbium pada daerah lapisan hibrid, seperti yang terlihat pada Gambar 5.6.b.



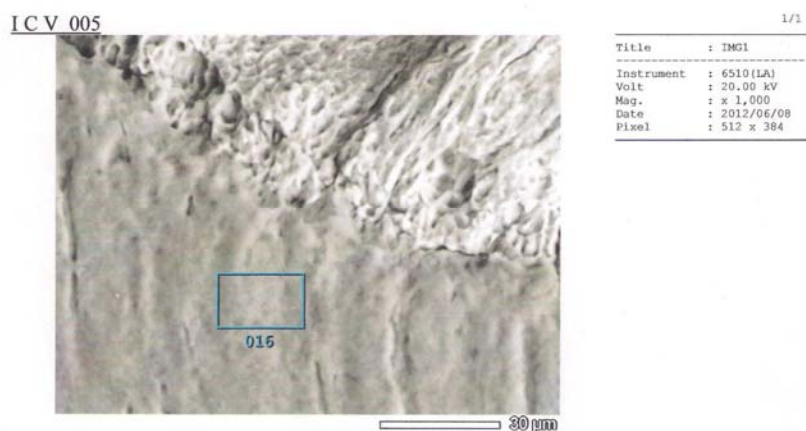
Gambar 5.6.a Daerah Analisa dengan EDS pada Lapisan Hibrid (yang diberi tanda kotak)



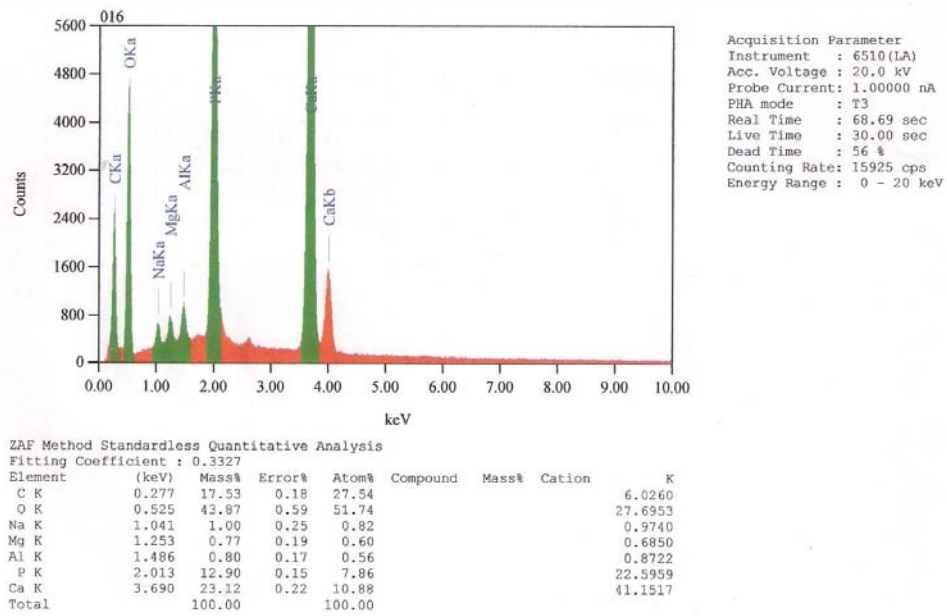
Gambar 5.6.b Hasil EDS Pada Daerah Lapisan Hibrid

5.8.3.3 Analisa Pada Daerah Dentin

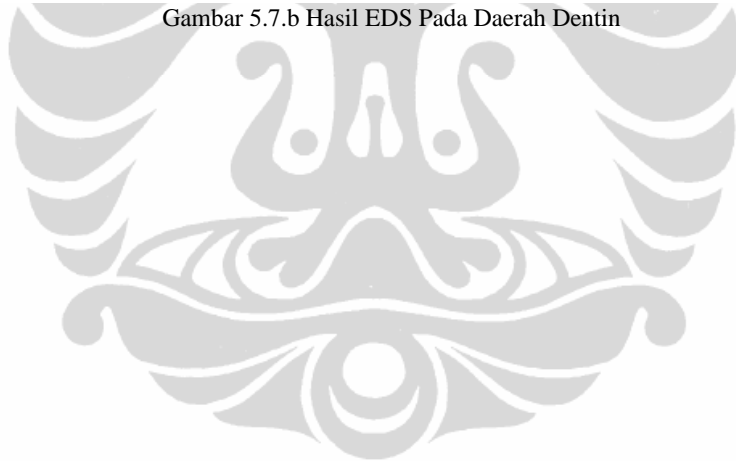
Pada daerah dentin (gambar 5.7.a) dilakukan pemeriksaan kandungan unsur melalui EDS (*Energy Dispersive Spectroscopy*). EDS menunjukkan tidak terdapatnya kandungan Barium dan Ytterbium seperti yang terlihat pada Gambar 5.7.b. Hasil dari EDS menunjukkan bahwa unsur yang terlihat merupakan komposisi dasar dari dentin.



Gambar 5.7.a Daerah Analisa dengan EDS pada Dentin (yang diberi tanda kotak)



Gambar 5.7.b Hasil EDS Pada Daerah Dentin



BAB 6 PEMBAHASAN

Proses *scrubbing* pada saat aplikasi *self adhering flowable composite* diyakini akan meningkatkan kuat rekat geser material tersebut pada jaringan dentin. Besar tekanan dan lama waktu *scrubbing* yang berbeda diharapkan akan mempengaruhi nilai kuat rekat geser material *self adhering flowable composite*. Data hasil pengujian kuat rekat geser material *self adhering flowable composite* pada dentin dengan besar tekanan dan lama waktu yang berbeda, menunjukkan adanya peningkatan nilai kuat rekat geser dengan bertambahnya tekanan dan lama waktu *scrubbing*. Walaupun setelah dilakukan uji statistik tidak semua dari hasil penelitian tersebut menunjukkan adanya perbedaan bermakna. Perbedaan yang bermakna hanya antara kelompok besar tekanan *scrubbing* 1 gram dengan 3 gram dalam waktu 25 detik. Hal ini menunjukkan bahwa besar tekanan *scrubbing* 3 gram selama 25 detik menunjukkan hasil yang paling optimal dibandingkan dengan kelompok lain pada penelitian ini.

Hasil uji statistik dengan menggunakan *Two Way ANOVA* dan dilanjutkan dengan *Post Hoc Test Bonferroni* menunjukkan adanya perbedaan bermakna ($p < 0,05$) pada kelompok dengan besar tekanan *scrubbing* 1 gram dengan kelompok 3 gram. Hal ini berarti hipotesis pertama dapat diterima yaitu dengan bertambahnya tekanan akan meningkatkan kuat rekat material *self adhering flowable composite* pada permukaan dentin. Hasil uji statistik terhadap lama waktu *scrubbing* juga menunjukkan adanya perbedaan yang bermakna ($p < 0,05$) pada kelompok lama waktu *scrubbing* 15 detik dengan 25 detik. Hal ini menunjukkan bahwa hipotesis kedua dapat diterima yaitu dengan bertambahnya lama waktu *scrubbing* akan meningkatkan kuat rekat geser material *self adhering flowable composite* pada permukaan dentin.

Pada sistem *self-etch* proses infiltrasi resin terjadi bersamaan dengan terjadinya proses etsa. Demikian juga mekanisme ikatan *self adhering flowable composite* terhadap dentin sama dengan mekanisme *self-etch*. Ikatan *self adhering flowable composite* terhadap dentin melalui ikatan kimia antara gugus fungsional Fosfat dari monomer GPDM (Glycerol Phosphate Dimethacrylate) dengan ion

Kalsium dari gigi. Selain itu melalui ikatan mikromekanikal yang didapat dari penetrasi *self adhering flowable composite* ke dalam serat kolagen dentin.^{5,19} Dengan demikian material *self adhering flowable composite* diharapkan mempunyai kekuatan rekat yang serupa dengan material *self-etch*. Akan tetapi, hasil penelitian ini menunjukkan rata-rata nilai kuat rekat geser material *self adhering flowable composite* adalah 4,67 MPa. Hasil penelitian ini lebih rendah dibanding dengan penelitian yang dilakukan oleh Al Qahtani pada tahun 2010 yang menggunakan material adhesif *self-etch* dan menunjukkan rata-rata kuat rekat geser material *self-etch* 12,61 MPa.³⁰ Hal ini kemungkinan disebabkan adanya perbedaan potensi demineralisasi dari material *self adhering flowable composite* dengan material *self-etch adhesive* yang dipakai pada penelitian tersebut. Kemampuan demineralisasi dari material adhesif tergantung pada pH material adhesif, jumlah konsentrasi material adhesif yang diaplikasikan, lama waktu proses aplikasi, berat molekul bahan adhesif, *wettability*, viskositas, dan konsentrasi air.³¹ *Self adhering flowable composite* merek *Dyad flow* yang digunakan pada penelitian ini memiliki pH 1,9⁵ sehingga diklasifikasikan sebagai material adhesif dengan derajat keasaman sedang (pH 1,5-2).²⁵ Kelompok material *self adhesive* yang memiliki derajat keasaman sedang hanya mampu menghilangkan sebagian *smear layer* sehingga nilai kuat rekat terhadap jaringan gigi kurang baik.²⁵

Faktor lain yang dapat mengganggu kemampuan demineralisasi dari material *self-etch adhesive* adalah *smear layer*. *Smear layer* akan terbentuk pada saat melakukan preparasi email dan dentin.³ *Smear layer* akan menutupi dentinal tubuli dan menghalangi infiltrasi material adhesif ke dalam tubuli dentin sehingga dapat mengurangi kekuatan rekat. Menurut Tay dkk, kekuatan rekat dengan jaringan dentin secara bermakna akan lebih rendah pada daerah dentin dengan *smear layer* yang lebih tebal.³² Namun Kenshima dkk menyatakan bahwa ketebalan lapisan hibrid tidak dipengaruhi oleh ketebalan *smear layer*.¹⁵ Dalam penelitian ini aplikasi *self adhering flowable composite* dilakukan dengan tehnik *scrubbing* untuk memodifikasi *smear layer* sehingga terbentuk lapisan hibrid. Perubahan morfologi lapisan dentin ini seiring dengan meningkatnya nilai rata-rata kuat rekat geser *self adhering flowable composite* terhadap dentin

berdasarkan tekanan dan lama waktu *scrubbing*. Hasil penelitian ini sama halnya dengan penelitian Chan dkk yang menyatakan adanya peningkatan yang bermakna dalam kuat rekat *self-etch adhesive* setelah proses *scrubbing* pada daerah *smear layer* yang tebal.³⁵

Seperti telah diketahui mekanisme ikatan material adhesif pada permukaan dentin adalah melalui lapisan hibrid. Lapisan hibrid terbentuk dari resin yang masuk ke dalam fibril kolagen dentin yang terbuka oleh karena proses demineralisasi. Proses *scrubbing* akan memodifikasi *smear layer* sehingga akan menghasilkan lapisan hibrid yang lebih tebal sehingga dapat meningkatkan sifat mekanik dari material adhesif.¹¹ Bianco dkk⁹ menyatakan bahwa kekuatan rekat dari material *self-etch* terhadap dentin tidak tergantung pada ketebalan lapisan hibrid. Gambaran SEM dari hasil penelitian secara umum menunjukkan adanya lapisan hibrid yang semakin jelas dengan bertambahnya besar tekanan dan lama waktu *scrubbing*. Hal ini menunjukkan bahwa dengan bertambahnya besar tekanan dan lama waktu *scrubbing* dapat memodifikasi *smear layer* sehingga mampu menghasilkan lapisan hibrid yang lebih tebal. Meskipun menurut Albaladejo kekuatan rekat pada dentin tidak tergantung pada ketebalan lapisan hibrid akan tetapi pada kualitas lapisan hibrid.¹³ Hal ini kemungkinan disebabkan adanya perbedaan jenis material yang digunakan serta tehnik aplikasi yang berbeda.

Hal yang terpenting dalam aplikasi material *self adhering flowable composite* adalah tehnik *scrubbing*. Proses *scrubbing* akan meningkatkan evaporasi material pelarut yang terdapat di dalam material adhesif, meningkatkan kemampuan difusi monomer ke dalam dentin sehingga meningkatkan kuat rekat material adhesif terhadap jaringan dentin.^{9,21} Hasil penelitian menunjukkan dengan bertambah besar tekanan *scrubbing* yang diberikan akan meningkatkan kuat rekat geser material *self adhering flowable composite* pada permukaan dentin. Hasil penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian Reis dkk yang menjelaskan semakin besar tekanan yang diaplikasikan pada saat *scrubbing* akan meningkatkan energi kinetik.³⁴ Energi kinetik yang semakin besar akan menyebabkan difusi monomer lebih dalam sehingga akan meningkatkan kekuatan rekat. Selain itu tekanan pada saat *scrubbing* akan menekan jaringan kolagen dan

pada saat tekanan dilepas maka kolagen akan ekspansi dan material adhesif akan masuk ke dalam jaringan kolagen. Proses *scrubbing* selama 15-20 detik akan menyebabkan terjadinya kontak yang erat antara material *self adhering flowable composite* dengan jaringan gigi.⁵ Hasil penelitian menunjukkan dengan bertambahnya waktu *scrubbing* akan meningkatkan nilai kuat rekat *self adhering flowable composite* pada permukaan dentin. Peningkatan waktu *scrubbing* akan menyebabkan peningkatan kontak antara GPDM dengan dentin, sehingga terjadi peningkatan kemampuan demineralisasi gugus Fosfat yang terdapat dalam monomer GPDM. Dengan demikian mempercepat proses kelarutan Kalsium pada dentin. Proses demineralisasi yang meningkat akan meningkatkan penetrasi material adhesif ke dalam jaringan kolagen sehingga meningkatkan kekuatan rekat material tersebut.²⁸ Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian El Zohairy yang menjelaskan semakin lama kontak antara material adhesif dengan gigi akan meningkatkan kuat rekat pada permukaan gigi.²⁵

Hal lain yang dapat mempengaruhi rendahnya nilai kuat rekat geser material *self adhering flowable composite* dibandingkan dengan material *self-etch* adalah teknik aplikasi. Pada teknik aplikasi *self-etch adhesive* dilakukan proses penghambusan dengan tekanan udara sedangkan pada *self adhering flowable composite* dilakukan tanpa hembusan udara. Dengan demikian kemungkinan pada teknik aplikasi *self adhering flowable composite* meninggalkan sisa air dalam dentin yang akan menyebabkan terhambatnya proses polimerisasi dari material adhesif tersebut. Sisa air akan menyebabkan porositas, melunakkan resin, dan menurunkan sifat mekanik.³³ Walau demikian sistem *self-etch* dan *self adhering flowable composite* memiliki kesamaan dalam prosedur aplikasi bila dibanding dengan *sistem total-etch*. Pada saat aplikasi *self-etch* dan *self adhering flowable composite* tidak dilakukan pembilasan dengan air, oleh sebab itu akan terbentuk suatu produk yang terdiri dari sisa Kalsium gigi yang berikatan dengan ion Fosfat dari monomer. Produk ini akan menghalangi infiltrasi material adhesif ke dalam jaringan kolagen dentin sehingga dapat mengurangi kekuatan rekat bila dibandingkan dengan *total-etch*.

Self adhering flowable composite merupakan gabungan antara material adhesif dan resin komposit. Material *self adhering flowable composite* ini

mempunyai tiga jenis tipe *filler* antara lain *Barium Glass*, *Colloidal Silica*, dan *Ytterbium Fluoride*.⁵ Tujuan penambahan *filler* pada material adhesif adalah untuk meningkatkan sifat mekanik dan modulus elastisitas, serta meningkatkan kuat rekat terhadap jaringan gigi.³⁶ Oleh karena *self adhering flowable composite* mengandung banyak *filler* maka viskositas dari bahan *self adhering flowable composite* menjadi lebih tinggi dibanding dengan *self-etch adhesive*. Mekanisme dasar dari proses terjadinya ikatan antara material adhesif dengan jaringan dentin adalah secara mikromekanikal. Semakin besar jumlah *filler* dari material adhesif akan meningkatkan viskositas sehingga proses *wetting* akan sulit terjadi. Viskositas yang besar akan mempengaruhi besar kuat rekat dari material tersebut pada jaringan dentin.¹⁴ Syarat suatu material adhesif untuk dapat memberikan nilai kuat rekat yang baik terhadap jaringan dentin antara lain harus memiliki sifat *wetting* yang tinggi yang ditandai dengan memiliki berat molekul yang rendah sehingga mampu penetrasi dengan baik.² Hal ini tidak dimiliki oleh *self adhering flowable composite* sehingga material ini kurang dapat berpenetrasi dengan baik ke dalam jaringan kolagen dentin meskipun telah dilakukan tehnik *scrubbing*.

Hasil pemeriksaan dengan menggunakan SEM dan EDS pada daerah *self adhering flowable composite* menunjukkan adanya kandungan Barium dan Ytterbium walaupun hanya sedikit. Hal ini menunjukkan bahwa daerah tersebut merupakan daerah *self adhering flowable composite*. Hasil pemeriksaan pada daerah lapisan hibrid menunjukkan bahwa pada daerah tersebut tidak terlihat kandungan Barium dan Ytterbium. Daerah ini merupakan gabungan antara *self adhering flowable composite* dengan dentin, sehingga unsur yang terdapat pada *self adhering flowable composite* bergabung dengan unsur yang terdapat dalam dentin. Kurang terdeteksinya kandungan *filler* dalam *self adhering flowable composite* maupun lapisan hibrid kemungkinan disebabkan oleh proses etsa dengan menggunakan HCl 37% yang menyebabkan pelarutan *filler* pada daerah *self adhering flowable composite* dan daerah lapisan hibrid sehingga kandungan Barium dan Ytterbium tidak terdeteksi pada pemeriksaan menggunakan EDS. Sedangkan, hasil pemeriksaan pada daerah dentin menunjukkan komposisi dasar dari dentin.

Material *self adhering flowable composite* merupakan inovasi baru dalam bidang adhesif yang merupakan kombinasi antara material adhesif dengan resin komposit. Proses aplikasi yang mudah dan sederhana tanpa menggunakan material adhesif yang terpisah menyebabkan banyak dokter gigi mencoba memakai material tersebut.¹⁹ Pada penelitian ini, seperti yang telah dijelaskan sebelumnya material *self adhering flowable composite* memberikan nilai kuat rekat geser yang lebih rendah bila dibandingkan dengan *self-etch adhesive*. Prosedur *scrubbing* merupakan prosedur yang harus dilakukan pada saat aplikasi material *self adhering flowable composite* mengingat viskositasnya yang tinggi. Pabrik menganjurkan prosedur *scrubbing* dengan besar tekanan sedang tanpa memberikan suatu tolak ukur sehingga lebih bersifat subyektif dan berbeda-beda pada setiap orang. Penelitian ini menghasilkan suatu tolak ukur sehingga dokter gigi mampu melakukan prosedur *scrubbing* sesuai dengan besar tekanan yang dianjurkan pabrik. Tolak ukur ini berdasarkan besar sudut kuas aplikator dengan permukaan dentin, dan hanya bisa dilakukan apabila menggunakan kuas aplikator khusus yang telah disiapkan oleh pabrik *self adhering flowable composite*, serta tidak dapat dijadikan acuan apabila memakai aplikator yang lain. Berdasarkan hasil penelitian ini menunjukkan besar sudut 0^0 yang terbentuk antara kuas aplikator dengan permukaan dentin akan menghasilkan kuat rekat geser yang lebih besar dibandingkan bila bersudut 60^0 dan 30^0 . Tolak ukur besar sudut 0^0 yang terbentuk antara kuas aplikator dengan permukaan dentin pada aplikasi material *self adhering flowable composite* menunjukkan besar tekanan 3 gram dan merupakan besar tekanan yang paling optimal yang akan menghasilkan kuat rekat geser yang paling besar pada penelitian ini.

Seperti yang telah dijelaskan bahwa material *self adhering flowable composite* merupakan inovasi baru yang menggabungkan antara *flowable composite resin* dengan material adhesif sehingga tidak memerlukan material adhesif secara terpisah lagi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kuat rekat geser material *self adhering flowable composite* lebih rendah bila dibandingkan dengan penelitian kuat ikat geser pada *self-etch adhesive* yang dilakukan oleh Al Qahtani pada bulan Oktober 2010. Oleh karena itu perlu dipertimbangkan apakah

self adhering flowable composite dapat digunakan sebagai material adhesif atau hanya berperan sebagai material tumpat.



BAB 7 KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan pada material *self adhering flowable composite Dyad Flow* pada permukaan dentin dapat disimpulkan :

- 7.1.1 Prosedur *scrubbing* harus dilakukan pada saat aplikasi material *self adhering flowable composite* untuk mendapatkan kuat rekat geser yang optimal, walaupun hasil kuat rekat geser material *self adhering flowable composite* masih di bawah *self-etch adhesive*. Dengan memperhatikan besar sudut yang terbentuk antara kuas aplikator dengan permukaan dentin akan membantu dokter gigi sebagai tolak ukur dalam menentukan besar tekanan *scrubbing*. Prosedur *scrubbing* dengan besar sudut 0^0 antara kuas aplikator dengan permukaan dentin selama 25 detik menghasilkan kuat rekat geser yang paling optimal dibanding besar sudut 60^0 dan 30^0 pada penelitian ini.
- 7.1.2 Besar tekanan yang semakin besar pada saat *scrubbing* akan meningkatkan kuat rekat geser material *self adhering flowable composite* terhadap permukaan dentin pada penelitian ini.
- 7.1.3 Lama waktu yang semakin lama pada saat *scrubbing* akan meningkatkan kuat rekat geser material *self adhering flowable composite* terhadap permukaan dentin pada penelitian ini.

7.2 Saran

Penelitian ini menghasilkan suatu tolak ukur dalam menentukan besar tekanan pada saat *scrubbing*. Akan tetapi penelitian ini masih memiliki beberapa kelemahan dan harus disempurnakan dengan melakukan penelitian selanjutnya. Kelemahan dari penelitian ini adalah sulitnya dalam menentukan besar sudut antara kuas aplikator dengan permukaan gigi pada saat aplikasi di dalam mulut pasien terutama pada penggunaan sebagai dasar pada kavitas yang dalam. Selain itu keterbatasan interval waktu *scrubbing* yang digunakan pada penelitian ini yaitu interval waktu 5 detik dengan asumsi untuk menyederhanakan waktu aplikasi dan

sesuai dengan waktu yang dianjurkan pabrik 15-20 detik, serta waktu maksimal yang dipakai pada saat *scrubbing* yaitu 25 detik juga menjadi suatu kekurangan sehingga terdapat kesulitan untuk menentukan waktu *scrubbing* yang paling optimal pada penggunaan material *self adhering flowable composite*. Oleh karena itu perlu dilakukan kerjasama dengan pabrik untuk memberikan suatu modifikasi dalam bentuk kuas aplikator yang dipakai pada saat aplikasi *self adhering flowable composite* sehingga operator tidak mengalami kesulitan dalam aplikasi material ini. Selain itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk meneliti pengaruh periode waktu dengan interval yang lebih lama untuk mendapatkan waktu yang paling optimal pada aplikasi material ini. Penelitian lebih lanjut juga perlu dilakukan mengenai *surface treatment* yang dilakukan untuk mempersiapkan permukaan dentin sebelum proses aplikasi material *self adhering flowable composite*. *Surface treatment* tersebut dapat berupa pemberian etsa untuk menghilangkan *smear layer* dan apakah dengan pemberian *surface treatment* sebelum aplikasi akan meningkatkan besar kuat rekat geser material tersebut.

DAFTAR REFERENSI


1. Burgess J, Deniz C. Dental Adhesive: A Review and Case Report. *Inside Dentistry*. 2007; 3(8).
2. Powers JM, Sakaguchi RL. *Craig's Restorative Dental Materials*. 12rd ed. London: Elsevier; 2006; 213-26.
3. Rocha PI, BorgesII AB, RodriguesIII JR, ArraisI CAG, Giannini M. Effect of dentinal surface preparation on bond strength of self-etching adhesive systems. *Braz oral res*. 2006; 20(1).
4. Roulet J, Degrange M. *Adhesion the Silent Revolution in Dentistry*. Chicago: Quintessence; 2000; 1- 45.
5. *Dyad Flow Self Adhering Flowable Composite*. Kerr Product manual. 2009.
6. Vanajasan PP, Dhakshinamoorthy M, Rao CS. Factors affecting the bond strength of self-etch adhesive: A Meta analysis of literature. *Journal of Conservative Dentistry*. 2011; 14(1): 62-67.
7. Pupo YM, Michel MD, Gomes OMM, Lepienski CM, Gomes JC. Effect of the regional variability of dentinal substrate and mode application of adhesive systems on the mechanical properties of the adhesive layer. *Journal of Conservative Dentistry*. 2012; 15(2): 132-136.
8. Miyazaki, Platt J, Onose H, Moore B. Influence of dentin primer application methods on dentin bond strength. *Oper Dent*. 1996; 21(4): 167-172.
9. Bianco K, Pellizzaro A, Patzlaft R. Effects of moisture degree and rubbing action on yhe immediate resin-dentin bond strength. *Dental Material*; 2006. Diunduh pada tanggal 20 Desember 2011 pk 14.00. <http://www.science-direct.com>.
10. Nakabayashi N, Pashley DH. *Hybridization of dental hard tissues*. Tokyo: Quintessence; 1998; 17-82.
11. Pashley D. The Evolution of Dentin bonding from no etch to total etch to self etch. Diunduh pada tanggal 27 Desember 2010. http://www.kuraray-dental.com/newsletters/ats_premier.pdf.
12. Tyas M, Burrow M. Adhesive restorative materials: A review. *Australian Dental Journal*. 2004; 49(3): 112-121.

13. Albaladejo A, Osorio R, Toledano M, Ferrari M. Hybrid layers of etch-and-rinse versus self-etching adhesive systems. *Med Oral Patol Oral Ci Bucal*. 2010; 15(1): 112-118.
14. Burke FT. What's New in Dentine Bonding? Self-Etch Adhesive. *Dental Update*. 2004; 31: 580-589.
15. Kenshima S, Francci C, Reis A, Loquercio AD, Filho LER. Conditioning effect on dentin, resin tags and hybrid layer of different acidity self-etch adhesives applied to thick and thin smear layer. 2006. Diunduh pada tanggal 12 Juni 2012 pk 20.00. http://www.eapgoias.com.br/arquivos/downloads/Kenshima_et_al_92422.pdf.
16. Meerbeek V, Munck JD, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, et al. Adhesion to Enamel and Dentin: Current Status and Future Challenges. *Operative Dentistry*. 2003; 28-3: 215-35.
17. Cinader D. Chemical Processes and Performance Comparisons of Transbond Plus Self Etching Primer. *Orthodontic Perspectives*. 2000; VII(2).
18. Osorio R, Toledano M, Leonardi Gd, Tay F. Microleakage and interfacial morphology of self etching adhesive in class V resin composite restoration. *J Biomed Mater Rest*. 2003; 66B: 399-409.
19. Vichi A GC, Ferrari M. Clinical study of the self-adhering flowable composite resin vertise flow in class I restoration; six month follow-up. *International dentistry SA*. 2009; 12(1).
20. Bansal S, Pandit I, Srivastava N, Gugnani N. Technique-sensitivity of dentin-bonding agent application: The effect on shear bond strength using one-step self-etch adhesive in primary molar: An in vitro study. *Jour Of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*. 2010; 28(3): 183-188.
21. Velasquez LM, Sergent.R.S, Burgess JO, Mercante DE. Effect of placement agitation and placement time on Shear Bond Strength of 3 self-etching adhesives. *Operative Dentistry*. 2006; (31-34): 426-30.
22. Vinaychandra R. Self-etch Adhesive: Simple,Easier...but is it Better?. *J Int Oral Health*. 2010; 2(2): 85-91.
23. Hanafiah A. Rancangan Percobaan : Teori dan Aplikasi. Jakarta: PT. Raja Grafinda Persada; 2005; 9 - 10.
24. Mark A L, William T N, Charles F S. Bond Strength of composite to dentin and enamel using self-etching adhesive system. *General Dentistry*. 2009; 57(3).

25. Zohairy AAE, Gee AJD, Mohsen MM, Feilzer Aj. Effect of conditioning time of self-etching primers on dentin bond strength of three adhesive resin cements. *Dent mat.* 2005; 21: 83-93.
26. Dahlan M. *Statistik untuk kedokteran dan kesehatan.* Jakarta: Salemba Medika; 2011; 87-88.
27. Wei X, Xiang HB, Lin LY. Bond strength of different adhesive to normal and caries-affected dentin. *Chin Med J.* 2010; 123(3): 332-6.
28. Chul KC, Sung A, Jin H, et a. Influence of Application Method of One-step self-etching adhesives on microtensile bond strength. *JKACD.* 2011; 36.
29. Kukletova M, Halackova Z, Horky D, Matousek A, Gojisova E, Cihlar J. Comparison of dentine-resin interface in total-etch and self-etching adhesive using electron microscopy. *Praque Medical report.* 2007; 108(4): 358-367.
30. Al Qahtani MQ, Al Shethri SE. Shear bond strength of one-step self-etch adhesives with different co-solvent ingredients to dry or moist dentin. *The Saudi Dental Journal.* October 2010; 22(4): 171-175.
31. Vinay S, Shivanna V. Comparative evaluation of microleakage of fifth, sixth, and seventh generation dentin bonding agent. *Conserv Dent.* 2010; 13(3): 136-140.
32. Tay F, Carvalho R, Sano H, DP. Effect of smear layers on the bonding of a self-etching primer to dentin. *J Adhes Dent.* 2000; 2(2): 99-116.
33. Felizardo KR, Lemos LVFM, Carvalho RD, Junior AG, Lopes MB, Moura SK. Bond strength of HEMA-Containing versus HEMA-Free self etch adhesive system to dentin. *Braz Dent J.* 2011; 22(6): 468-472.
34. Reis A, Pellizzaro A, Dal-Bianco K. Impact of Adhesive Application to Wet and Dry Dentin on Long-term Resin-dentin Bond Strengths. *Operative Dentistry.* 2007; 32-34: 380-387.
35. Chan K, Tay F, King N, Imazato S, Pashley D. Bonding of mild self-etching primers/adhesives to dentin with thick smear layers. *Am J Sent.* 2003; 16(5): 340-346.
36. Kasraei S, Atai M, Khamverdi Z, Nejad SK. Effect of Nanofiller Addition to an Experimental Dentin Adhesive on Microtensile Bond Strength to Human Dentin. *Journal of Dentistry, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.* 2009; 6(2).

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Keterangan Lolos Etik

**UNIVERSITAS INDONESIA**
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
JLN. SALEMBA RAYA NO. 4 JAKARTA PUSAT 10430
TELP. (62-21) 31930270, 3151035
FAX. (62-21) 31931412

SURAT KETERANGAN LOLOS ETIK
Nomor: 100/Ethical Clearance/FKGUI/II/2012

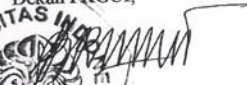
Setelah membaca dan mempelajari/mengkaji usulan penelitian yang tersebut di bawah ini:

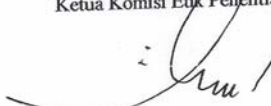
Judul : "Pengaruh Teknik *Scrubbing* Terhadap Kuat Ikatan Geser *Self Adhering Flowable Composite Resin* pada Permukaan Dentin Manusia"

Nama Peneliti : Ferry Jaya 0906576050

Sesuai dengan keputusan Anggota Komisi Etik, maka dengan ini Komisi Etik Penelitian Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Indonesia menerangkan bahwa penelitian tersebut dinyatakan lolos etik.

Jakarta, 21 Februari 2012
Ketua Komisi Etik Penelitian FKGUI,

Mengetahui:
Dekan FKGUI,

Prof. Dr. Bambang Irawan, PhD.
NIP. 198306151980031005


drg. Anton Rahardjo, MKM, PhD
NIP. 195406021983031002

Lanjutan

Lampiran 2. Analisa Statistik Parametrik
ANOVA dan Post Hoc Test Bonferroni

2.1 Uji Normalitas data pengaruh tekanan dan lama scrubbing terhadap kuat rekat geser material *self adhering flowable composite* pada dentin

Tests of Normality							
Kelompok	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.	
SBS (Mpa)	1 gram 15 detik	.266	6	.200*	.891	6	.323
	2 gram 15 detik	.163	6	.200*	.942	6	.673
	3 gram 15 detik	.201	6	.200*	.916	6	.474
	1 gram 20 detik	.196	6	.200*	.906	6	.411
	2 gram 20 detik	.379	6	.007	.709	6	.008
	3 gram 20 detik	.279	6	.159	.824	6	.096
	1 gram 25 detik	.228	6	.200*	.914	6	.464
	2 gram 25 detik	.223	6	.200*	.931	6	.591
	3 gram 25 detik	.163	6	.200*	.934	6	.611

a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

2.2 Hasil uji *One Way ANOVA* untuk perbandingan kuat rekat geser material *self adhering flowable composite* pada dentin terhadap besar tekanan dan lama waktu *scrubbing* yang berbeda

ANOVA

SBS (Mpa)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	66.781	8	8.348	4.666	.000
Within Groups	80.513	45	1.789		
Total	147.294	53			

Lanjutan

2.3 Hasil uji *Post Hoc Test Bonferroni* untuk perbandingan antar kelompok kuat rekat geser material *self adhering flowable composite* pada dentin terhadap besar tekanan dan lama waktu *scrubbing* yang berbeda

Multiple Comparisons

SBS (Mpa)

Bonferroni

(I) Kelompok	(J) Kelompok	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1 gram 15 detik	2 gram 15 detik	-.46667	.77227	1.000	-3.0986	2.1653
	3 gram 15 detik	-1.68167	.77227	1.000	-4.3136	.9503
	1 gram 20 detik	-.39333	.77227	1.000	-3.0253	2.2386
	2 gram 20 detik	-1.05167	.77227	1.000	-3.6836	1.5803
	3 gram 20 detik	-1.99333	.77227	.474	-4.6253	.6386
	1 gram 25 detik	-1.02167	.77227	1.000	-3.6536	1.6103
	2 gram 25 detik	-1.92500	.77227	.591	-4.5569	.7069
	3 gram 25 detik	-3.91333*	.77227	.000	-6.5453	-1.2814
2 gram 15 detik	1 gram 15 detik	.46667	.77227	1.000	-2.1653	3.0986
	3 gram 15 detik	-1.21500	.77227	1.000	-3.8469	1.4169
	1 gram 20 detik	.07333	.77227	1.000	-2.5586	2.7053
	2 gram 20 detik	-.58500	.77227	1.000	-3.2169	2.0469
	3 gram 20 detik	-1.52667	.77227	1.000	-4.1586	1.1053
	1 gram 25 detik	-.55500	.77227	1.000	-3.1869	2.0769
	2 gram 25 detik	-1.45833	.77227	1.000	-4.0903	1.1736
	3 gram 25 detik	-3.44667*	.77227	.002	-6.0786	-.8147
3 gram 15 detik	1 gram 15 detik	1.68167	.77227	1.000	-.9503	4.3136
	2 gram 15 detik	1.21500	.77227	1.000	-1.4169	3.8469
	1 gram 20 detik	1.28833	.77227	1.000	-1.3436	3.9203
	2 gram 20 detik	.63000	.77227	1.000	-2.0019	3.2619
	3 gram 20 detik	-.31167	.77227	1.000	-2.9436	2.3203
	1 gram 25 detik	.66000	.77227	1.000	-1.9719	3.2919
	2 gram 25 detik	-.24333	.77227	1.000	-2.8753	2.3886

	3 gram 25 detik	-2.23167	.77227	.213	-4.8636	.4003
1 gram 20 detik	1 gram 15 detik	.39333	.77227	1.000	-2.2386	3.0253
	2 gram 15 detik	-.07333	.77227	1.000	-2.7053	2.5586
	3 gram 15 detik	-1.28833	.77227	1.000	-3.9203	1.3436
	2 gram 20 detik	-.65833	.77227	1.000	-3.2903	1.9736
	3 gram 20 detik	-1.60000	.77227	1.000	-4.2319	1.0319
	1 gram 25 detik	-.62833	.77227	1.000	-3.2603	2.0036
	2 gram 25 detik	-1.53167	.77227	1.000	-4.1636	1.1003
	3 gram 25 detik	-3.52000*	.77227	.001	-6.1519	-.8881
2 gram 20 detik	1 gram 15 detik	1.05167	.77227	1.000	-1.5803	3.6836
	2 gram 15 detik	.58500	.77227	1.000	-2.0469	3.2169
	3 gram 15 detik	-.63000	.77227	1.000	-3.2619	2.0019
	1 gram 20 detik	.65833	.77227	1.000	-1.9736	3.2903
	3 gram 20 detik	-.94167	.77227	1.000	-3.5736	1.6903
	1 gram 25 detik	.03000	.77227	1.000	-2.6019	2.6619
	2 gram 25 detik	-.87333	.77227	1.000	-3.5053	1.7586
	3 gram 25 detik	-2.86167*	.77227	.021	-5.4936	-.2297
3 gram 20 detik	1 gram 15 detik	1.99333	.77227	.474	-.6386	4.6253
	2 gram 15 detik	1.52667	.77227	1.000	-1.1053	4.1586
	3 gram 15 detik	.31167	.77227	1.000	-2.3203	2.9436
	1 gram 20 detik	1.60000	.77227	1.000	-1.0319	4.2319
	2 gram 20 detik	.94167	.77227	1.000	-1.6903	3.5736
	1 gram 25 detik	.97167	.77227	1.000	-1.6603	3.6036
	2 gram 25 detik	.06833	.77227	1.000	-2.5636	2.7003
	3 gram 25 detik	-1.92000	.77227	.601	-4.5519	.7119
1 gram 25 detik	1 gram 15 detik	1.02167	.77227	1.000	-1.6103	3.6536
	2 gram 15 detik	.55500	.77227	1.000	-2.0769	3.1869
	3 gram 15 detik	-.66000	.77227	1.000	-3.2919	1.9719
	1 gram 20 detik	.62833	.77227	1.000	-2.0036	3.2603
	2 gram 20 detik	-.03000	.77227	1.000	-2.6619	2.6019
	3 gram 20 detik	-.97167	.77227	1.000	-3.6036	1.6603
	2 gram 25 detik	-.90333	.77227	1.000	-3.5353	1.7286

	3 gram 25 detik	-2.89167*	.77227	.018	-5.5236	-.2597
2 gram 25 detik	1 gram 15 detik	1.92500	.77227	.591	-.7069	4.5569
	2 gram 15 detik	1.45833	.77227	1.000	-1.1736	4.0903
	3 gram 15 detik	.24333	.77227	1.000	-2.3886	2.8753
	1 gram 20 detik	1.53167	.77227	1.000	-1.1003	4.1636
	2 gram 20 detik	.87333	.77227	1.000	-1.7586	3.5053
	3 gram 20 detik	-.06833	.77227	1.000	-2.7003	2.5636
	1 gram 25 detik	.90333	.77227	1.000	-1.7286	3.5353
	3 gram 25 detik	-1.98833	.77227	.482	-4.6203	.6436
3 gram 25 detik	1 gram 15 detik	3.91333*	.77227	.000	1.2814	6.5453
	2 gram 15 detik	3.44667*	.77227	.002	.8147	6.0786
	3 gram 15 detik	2.23167	.77227	.213	-.4003	4.8636
	1 gram 20 detik	3.52000*	.77227	.001	.8881	6.1519
	2 gram 20 detik	2.86167*	.77227	.021	.2297	5.4936
	3 gram 20 detik	1.92000	.77227	.601	-.7119	4.5519
	1 gram 25 detik	2.89167*	.77227	.018	.2597	5.5236
	2 gram 25 detik	1.98833	.77227	.482	-.6436	4.6203

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.



2.4 Hasil uji *Two Way ANOVA* untuk perbandingan kelompok besar tekanan dan lama waktu *scrubbing* terhadap kuat rekat geser material *self adhering flowable composite* pada dentin

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Nilai Kuat Rekat (MPa)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	66.781 ^a	8	8.348	4.666	.000
Intercept	1185.914	1	1185.914	662.824	.000
Tekanan	39.603	2	19.802	11.067	.000
Waktu	23.714	2	11.857	6.627	.003
Tekanan * Waktu	3.463	4	.866	.484	.747
Error	80.513	45	1.789		
Total	1333.209	54			
Corrected Total	147.294	53			

a. R Squared = .453 (Adjusted R Squared = .356)

2.5 Hasil uji *Post Hoc Test Bonferroni* untuk perbandingan antar kelompok besar tekanan *scrubbing* terhadap kuat rekat geser material *self adhering flowable composite* pada dentin

Multiple Comparisons

Nilai Kuat Rekat (MPa)

Bonferroni

(I) Besar Tekanan <i>Scrubbing</i> (gram)	(J) Besar Tekanan <i>Scrubbing</i> (gram)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1 gram	2 gram	-.6761	.44587	.409	-1.7849	.4327
	3 gram	-2.0578*	.44587	.000	-3.1666	-.9490
2 gram	1 gram	.6761	.44587	.409	-.4327	1.7849
	3 gram	-1.3817*	.44587	.010	-2.4904	-.2729

3 gram	1 gram	2.0578*	.44587	.000	.9490	3.1666
	2 gram	1.3817*	.44587	.010	.2729	2.4904

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 1.789.

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

2.6 Hasil uji *Post Hoc Test Bonferroni* untuk perbandingan antar kelompok lama waktu *scrubbing* terhadap kuat rekat geser material *self adhering flowable composite* pada dentin.

Multiple Comparisons

Nilai Kuat Rekat (MPa)

Bonferroni

(I) Lama Waktu <i>Scrubbing</i> (detik)	(J) Lama Waktu <i>Scrubbing</i> (detik)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
15 detik	20 detik	-.4300	.44587	1.000	-1.5388	.6788
	25 detik	-1.5706*	.44587	.003	-2.6793	-.4618
20 detik	15 detik	.4300	.44587	1.000	-.6788	1.5388
	25 detik	-1.1406*	.44587	.042	-2.2493	-.0318
25 detik	15 detik	1.5706*	.44587	.003	.4618	2.6793
	20 detik	1.1406*	.44587	.042	.0318	2.2493

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 1.789.

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