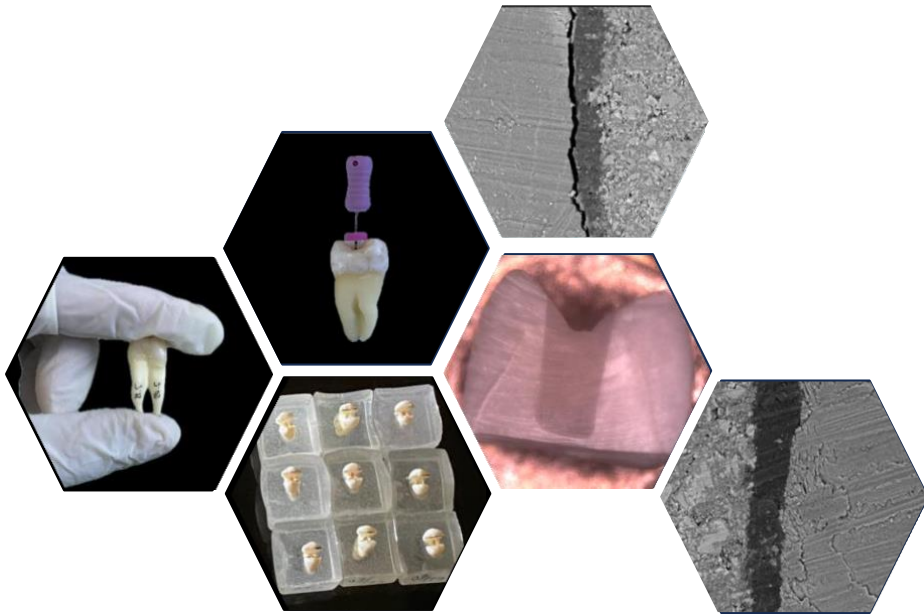


**EVALUASI *MARGINAL GAP* RESTORASI KOMPOSIT *BULK-FILL*
MENGUNAKAN SISTEM ADHESIF *SELF-ETCH* DAN *UNIVERSAL*
PADA GIGI PASCA ENDODONTIK (*IN VITRO*)**

**MARGINAL GAP EVALUATION OF BULK-FILL COMPOSITE
RESTORATIONS USING SELF-ETCH AND UNIVERSAL ADHESIVE
SYSTEMS IN ENDODONTICALLY TREATED TEETH (*IN VITRO*)**



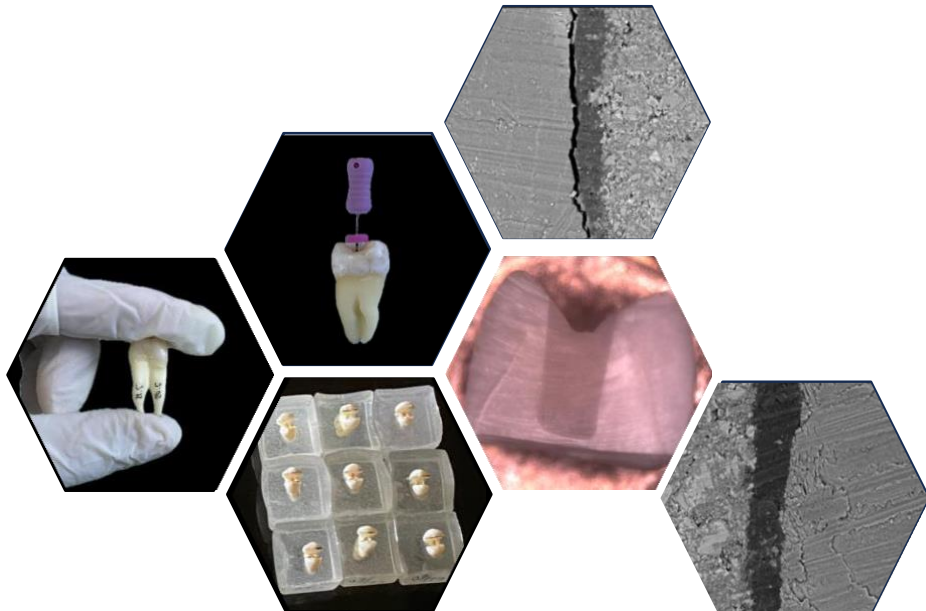
**ANDI GHINA ZAKIYAH NOOR ZAELAN
J025211002**



**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER GIGI SPESIALIS
PROGRAM STUDI KONSERVASI GIGI
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

**EVALUASI *MARGINAL GAP* RESTORASI KOMPOSIT *BULK-FILL*
MENGUNAKAN SISTEM ADHESIF *SELF-ETCH* DAN *UNIVERSAL*
PADA GIGI PASCA ENDODONTIK (*IN VITRO*)**

**MARGINAL GAP EVALUATION OF BULK-FILL COMPOSITE
RESTORATIONS USING SELF-ETCH AND UNIVERSAL ADHESIVE
SYSTEMS IN ENDODONTICALLY TREATED TEETH (*IN VITRO*)**



**ANDI GHINA ZAKIYAH NOOR ZAELAN
J025211002**



**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER GIGI SPESIALIS
PROGRAM STUDI KONSERVASI GIGI
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

**EVALUASI *MARGINAL GAP* RESTORASI KOMPOSIT *BULK-FILL*
MENGUNAKAN SISTEM ADHESIF *SELF-ETCH* DAN *UNIVERSAL*
PADA GIGI PASCA ENDODONTIK (*IN VITRO*)**

**ANDI GHINA ZAKIYAH NOOR ZAELAN
J025211002**



**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER GIGI SPESIALIS
PROGRAM STUDI KONSERVASI GIGI
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

**EVALUATION OF BULK-FILL COMPOSITE RESTORATIONS USING
SELF-ETCH AND UNIVERSAL ADHESIVE SYSTEMS IN
ENDODONTICALLY TREATED TEETH (IN VITRO)**

**ANDI GHINA ZAKIYAH NOOR ZAELAN
J025211002**



**CONSERVATIVE DENTISTRY SPECIALIST PROGRAM
DEPARTMENT OF CONSERVATIVE DENTISTRY
FACULTY OF DENTISTRY
HASANUDDIN UNIVERSITY
MAKASSAR
2024**

**EVALUASI *MARGINAL GAP* RESTORASI KOMPOSIT *BULK-FILL*
MENGUNAKAN SISTEM ADHESIF *SELF-ETCH* DAN *UNIVERSAL*
PADA GIGI PASCA ENDODONTIK (*IN VITRO*)**

Tesis

sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar spesialis
pada Program Studi Pendidikan Dokter Gigi Spesialis Konservasi Gigi

disusun dan diajukan oleh

ANDI GHINA ZAKIYAH NOOR ZAELAN
J025211002

kepada

**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER GIGI SPESIALIS
PROGRAM STUDI KONSERVASI GIGI
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

TESIS

EVALUASI MARGINAL GAP RESTORASI KOMPOSIT BULK-FILL
MENGUNAKAN SISTEM ADHESIF SELF-ETCH DAN UNIVERSAL
PADA GIGI PASCA ENDODONTIK (IN VITRO)

ANDI GHINA ZAKIYAH NOOR ZAELAN

J025211002

telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Seminar Hasil PPDGS
Konservasi Gigi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin
pada tanggal 2 Juli 2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan
pada

Program Studi Pendidikan Dokter Gigi Spesialis Konservasi Gigi
Departemen Konservasi Gigi
Fakultas Kedokteran Gigi
Universitas Hasanuddin
Makassar

Mengesahkan:

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

drg. Nurhayaty Natsir, Ph.D., Sp.KG, Subsp. KR(K)
NIP. 19640518 199103 2 001

Dr. drg. Hafshah Katu, M.Kes.
NIP. 19601212 199412 2 001

Ketua Program Studi
PPDGS Konservasi Gigi

Dekan Fakultas Kedokteran Gigi
Universitas Hasanuddin,



drg. Nurhayaty Natsir, Ph.D., Sp.KG, Subsp. KR(K)
NIP. 19640518 199103 2 001

drg. Irfan Subianto, M.Med.Ed., Ph.D.
NIP. 19810215 200801 1 009

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, tesis berjudul "Evaluasi *Marginal Gap* Restorasi Komposit *Bulk-Fill* Menggunakan Sistem Adhesif *Self-Etch* dan *Universal* pada Gigi Pasca Endodontik (*In Vitro*)" adalah benar karya saya dengan arahan dari tim pembimbing (drg. Nurhayaty Natsir, Ph.D, Sp.KG, Subsp. KR(K) sebagai Pembimbing Utama dan Dr. drg. Hafsa Katu, M.Kes sebagai Pembimbing Pendamping). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka tesis ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa tesis ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 3 Agustus 2024



Ghina Zakiyah Noor Zaelan
NIM J025211002

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena hanya dengan berkat, kekuatan dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tesis ini dengan judul “Evaluasi *Marginal Gap* Restorasi Komposit *Bulk-Fill* Menggunakan Sistem Adhesif *Self-Etch* dan *Universal* pada Gigi Pasca Endodontik (*In Vitro*)”.

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat :

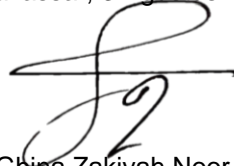
1. **drg. Irfan Sugianto, M.Med.Ed.,Ph.D.** sebagai Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin beserta seluruh pimpinan fakultas atas kesempatan yang diberikan untuk mengikuti Pendidikan Dokter Gigi Spesialis Konservasi Gigi Universitas Hasanuddin Makassar.
2. **drg. Nurhayaty Natsir, Ph. D, Sp. KG, Subsp. KR (K)** sebagai pembimbing I sekaligus Ketua Program Studi Konservasi Gigi yang telah meluangkan waktu membimbing, mengarahkan dan memberi nasehat, pengertian dan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian dan menyusun tesis ini
3. **Dr. drg. Hafsah Katu, M.Kes** sebagai pembimbing II yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan tenaga dalam memberikan arahan, masukan serta dukungan untuk menyelesaikan penelitian ini.
4. **Prof. Dr. drg. Irene Rieuwpassa, M.Si** sebagai penguji eksternal yang telah bersedia memberikan bimbingan, saran dan koreksi terhadap hasil penelitian ini.
5. **Dr. drg. Juni Jekti Nugroho, Sp. KG, Subsp. KE (K)** sebagai dosen dan penguji yang telah bersedia memberikan bimbingan, saran dan koreksi terhadap hasil penelitian ini.
6. **Dr. drg. Aries Chandra Trilaksana, Sp. KG, Subsp. KE (K)** sebagai dosen dan penguji yang telah bersedia memberikan bimbingan, saran dan koreksi terhadap hasil penelitian ini.
7. **drg. Christine Anastasia Rovani, Sp.KG, Subsp. KR (K), drg. Wahyuni Suci Dwiandhany, Ph.D., Sp.KG Subsp. KR (K), drg. Noor Hikmah, M.KG., Sp.KG Subsp. KE (K), drg. Afniati Rachmuddin, Sp.KG, dan Prof. Dr. drg. Ardo Sabir, M.Kes** sebagai dosen yang memberikan ilmu, bimbingan, dan masukan selama Pendidikan Dokter Gigi Spesialis Konservasi Gigi.
8. Terkhusus kepada:
 - a. Ayah dan ibu tercinta, **Ir. Andi Noor Zaelan** dan **drg. Ihyana Malik** atas segala cinta, dukungan doa dan moril kepada penulis selama menjalani proses pendidikan.
 - b. Suami tercinta, **Muh. Shadri Kahar Muang, SE., MM** atas segala dukungan doa dan moril kepada penulis selama menjalani proses pendidikan.
9. Teman-teman residen Konservasi Gigi Angkatan 13 (2021.1) Dwi Puji Lestari, Rosida Indriyatmi, Theresia PL Hurint, Irfan Fauzy Yamin, Sulastri dan Jade M

Lolong atas kekompakan, kebersamaan, suka dan duka, selalu membantu, mendukung dan memberi semangat serta motivasi selama menempuh pendidikan.

10. Residen konservasi gigi angkatan 10 (2019), angkatan 11 (2020.1), angkatan 12 (2020.2), angkatan 14 (2021.2), angkatan 15 (2022.1), angkatan 16 (2022.2), angkatan 17 (2023.1), dan angkatan 18 (2023.2) yang turut membantu selama proses penelitian dan keresidenan PPDGS FKG Unhas.

Akhir kata, dengan penuh kesadaran dan kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih yang setulus-tulusnya serta penghargaan kepada semua pihak yang telah berperan dalam penyusunan tesis ini yang tidak sempat penulis sebutkan satu persatu dan semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat, kasih dan karunia-Nya kepada kita semua dan berkenan menjadikan tesis ini bermanfaat.

Makassar, 3 Agustus 2024



Andi Ghina Zakiyah Noor Zaelan

ABSTRAK

ANDI GHINA ZAKIYAH NOOR ZAELAN. **Evaluasi *Marginal Gap* Restorasi Komposit *Bulk-Fill* Menggunakan Sistem Adhesif *Self-Etch* dan *Universal* pada Gigi Pasca Endodontik (*In Vitro*)** (dibimbing oleh Nurhayaty Natsir dan Hafisah Katu).

Pendahuluan. Keberhasilan perawatan endodontik ditentukan oleh perawatan endodontik dan restorasi gigi yang adekuat. Restorasi gigi dengan teknik direk menjadi pilihan karena mengarah pada konsep minimal invasif dengan mempertahankan jaringan gigi secara maksimal. Resin komposit *bulk-fill* merupakan bahan restorasi gigi yang memiliki translusensi dan polimerisasi yang lebih baik dibandingkan resin komposit konvensional dan dapat digunakan dengan mudah pada kavitas yang luas. Penggunaan resin komposit *bulk-fill* dengan sistem adhesif yang tepat diharapkan mampu menurunkan *marginal gap*. **Tujuan.** Mengukur *marginal gap* restorasi komposit *bulk-fill* menggunakan sistem adhesif *self-etch* dan *universal* pada gigi pasca endodontik. **Metode.** Sebanyak 32 gigi premolar rahang atas manusia yang telah diekstraksi diseleksi berdasarkan kriteria penelitian. Perawatan endodontik dan preparasi kavitas MOD dilakukan sebelum restorasi gigi. Seluruh sampel dibagi menjadi empat kelompok. K1 (resin komposit konvensional menggunakan sistem adhesif *self-etch*), K2 (resin komposit konvensional menggunakan sistem adhesif *universal*), P1 (resin komposit *bulk-fill* menggunakan sistem adhesif *self-etch*), P2 (resin komposit *bulk-fill* menggunakan sistem adhesif *universal*). Pengukuran *marginal gap* menggunakan SEM. Analisis data menggunakan uji statistik ANOVA dan *Post-Hoc* LSD. **Hasil.** Terdapat perbedaan persentasi *marginal gap* yang signifikan pada kelompok K1 dengan K2, P1, dan P2, serta P1 dengan P2. Tidak terdapat perbedaan *marginal gap* yang signifikan pada kelompok K2 dan P2. Persentasi *marginal gap* tertinggi ditemukan pada kelompok K1 (36.64 ± 5.30) dan terendah ditemukan pada kelompok P2 (23.00 ± 3.63). **Simpulan.** Resin komposit *bulk-fill* menggunakan sistem adhesif *universal* memiliki persentasi *marginal gap* terendah sehingga dapat direkomendasikan sebagai bahan restorasi pasca endodontik.

Kata Kunci: *marginal gap*, resin komposit *bulk-fill*, sistem adhesif.

ABSTRACT

ANDI GHINA ZAKIYAH NOOR ZAELAN. **Evaluation of Bulk-Fill Composite Restorations Using Self-Etch and Universal Adhesive Systems in Endodontically Treated Teeth (In Vitro)** (supervised by Nurhayaty Natsir and Hafsa Katu).

Introduction. The success of endodontic treatment is determined by adequate endodontic treatment and restoration. Direct restoration is the choice because it leads to a minimally invasive while maintaining maximum tooth tissue. Bulk-fill composite resin is a dental restorative material that has better translucency and polymerization than conventional composite resin and can be used easily in large cavities. The use of bulk-fill composite resin with the right adhesive system is expected to reduce marginal gaps. **Objective.** Measuring the marginal gap of bulk-fill composite restorations using self-etch and universal adhesive systems in endodontically treated teeth. **Methods.** A total of 32 extracted human maxillary premolar teeth were selected based on the research criteria. Endodontic treatment and MOD cavity preparation were performed before restoration. Samples were divided into four groups. K1 (Conventional Composite Resin using self-etch adhesive system), K2 (Conventional Composite Resin using universal adhesive system), P1 (Bulk-fill Composite Resin using self-etch adhesive system), P2 (Bulk-fill Composite Resin using universal adhesive system). Marginal gap measurement using SEM. Data analysis using ANOVA and Post-Hoc LSD statistical tests.

Results. There was a significant difference in the percentage of marginal gaps between groups K1 and K2, P1, and P2, and also P1 and P2. There was no significant difference in the marginal gap between groups K2 and P2. The highest percentage of marginal gaps was found in group K1 (36.64 ± 5.30), and the lowest was found in group P2 (23.00 ± 3.63). **Conclusion.** Bulk-fill composite resin using a universal adhesive system had the lowest percentage of marginal gap and can be recommended as a post-endodontic restoration material.

Keywords: marginal gap, bulk-fill composite resin, adhesive system.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	iii
PERNYATAAN PENGAJUAN	vii
HALAMAN PENGESAHAN	ix
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	xi
UCAPAN TERIMA KASIH	xiii
ABSTRAK	xv
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR TABEL	xx
DAFTAR GAMBAR	xxi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxii
DAFTAR SINGKATAN.....	xxiii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian	2
1.4 Tinjauan Teori	3
1.5 Hipotesis	6
BAB II. METODE PENELITIAN	7
2.1 Tempat dan Waktu	7
2.2 Alat dan Bahan.....	7
2.3 Metode Penelitian	8
2.4 Pelaksanaan Penelitian.....	9
2.5 Parameter Penelitian.....	11
BAB III. HASIL DAN PEMBAHASAN	12
3.1 Hasil Penelitian	12
3.2 Pembahasan	15
BAB IV. KESIMPULAN DAN SARAN	19
4.1 Kesimpulan	19
4.2 Saran	19
DAFTAR PUSTAKA.....	20
LAMPIRAN.....	23

DAFTAR TABEL

Nomor urut	Halaman
3.1 Nila rerata <i>marginal gap</i> kelompok penelitian.....	12
3.2 Perbandingan persentasi <i>marginal gap</i> antar kelompok penelitian.....	13

DAFTAR GAMBAR

Nomor urut	Halaman
3.1 Persentasi <i>marginal gap</i> kelompok penelitian.....	14
3.2 Pengukuran panjang <i>interface</i> gigi dan restorasi pada pembesaran 27x	15
3.3 Pengukuran panjang <i>marginal gap</i> pada pembesaran 380-400.....	16
3.4 Pola adhesi dan <i>marginal gap</i> pada pembesaran 2500x.....	16

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor urut	Halaman
1. Surat Izin Penelitian	23
2. Surat Rekomendasi Persetujuan Komite Etik Penelitian	24
3. Dokumentasi Penelitian	25
4. Riwayat Hidup Penulis	28

DAFTAR SINGKATAN

Lambang/ singkatan	Arti dan penjelasan
ANOVA	Analysis of variance
CEJ	Cementoenamel Junction
EDTA	Ethylene Diamin Tetraacetic Acid
et al	dan lainnya
LSD	Least Signifinance Different
mm	Milimeter
μm	Mikrometer
NaCl	Natrium Klorida
NaOCl	Natrium Hipoklorit
K1	Kontrol Satu
K2	Kontrol Dua
P1	Perlakuan Satu
P2	Perlakuan Dua
SB	Simpangan Baku
SPSS	Statistical Package for the Social
SEM	Scanning Electron Microscope

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Keberhasilan perawatan endodontik ditentukan oleh perawatan endodontik dan restorasi gigi yang adekuat sehingga mencegah masuknya kembali bakteri ke dalam sistem saluran akar dari arah apikal maupun koronal.(Hajaj et al., 2021) Beberapa pilihan restorasi gigi yang telah dirawat endodontik yaitu restorasi indirek maupun direk, namun kekurangan pada restorasi indirek yaitu waktu perawatan lebih panjang, biaya mahal, dan pengambilan struktur gigi lebih banyak.(Horodyski et al., 2015; Mackenzie & Banerjee, 2017)

Restorasi gigi dengan teknik direk menjadi pilihan saat ini yang mengarah pada konsep minimal invasif yaitu mempertahankan jaringan gigi secara maksimal. Resin komposit merupakan bahan yang digunakan untuk konsep minimal invasif karena dapat mempertahankan sisa email yang merupakan substrat adesif terbaik dan memiliki estetika yang memuaskan, namun kelemahan resin komposit adalah sulit diaplikasikan pada kavitas luas karena memiliki kedalaman *curing* yang terbatas, sehingga dibutuhkan teknik inkremental untuk meminimalkan polimerisasi *shrinkage*.(Gouveia et al., 2017; Horodyski et al., 2015) Hal ini menyebabkan meningkatnya waktu perawatan, risiko terperangkap udara dan kontaminasi di antara lapisan resin komposit.(Arbildo-Vega et al., 2020) Oleh karena itu, modifikasi matriks dan partikel resin dilakukan untuk menutupi kekurangan tersebut dengan penggunaan bahan resin komposit *bulk-fill*.

Resin komposit *bulk-fill* merupakan bahan restorasi gigi yang memiliki translusensi dan polimerisasi yang lebih baik dibandingkan resin komposit konvensional. Resin komposit *bulk-fill* dikelompokkan dalam bentuk viskositas tinggi (*sculptable*) dan viskositas rendah (*flowable*). Resin komposit *bulk-fill flowable* umumnya diaplikasikan untuk menggantikan dentin dengan ketebalan maksimum 4 mm setiap aplikasi. *Bulk-fill* jenis ini dapat digunakan sebagai *base* dan membutuhkan resin komposit konvensional untuk menutup permukaan luar gigi. Generasi baru *bulk-fill* yaitu *bulk-fill sculptable* yang bisa digunakan untuk restorasi seluruh kavitas tanpa tambahan resin komposit konvensional pada bagian oklusal. Secara klinis, resin komposit *bulk-fill sculptable* dapat digunakan dengan mudah pada kavitas yang luas karena diaplikasikan dengan ketebalan 4-5 mm.(Miletic et al., 2017; Pfeiffer et al., 2019) Meskipun demikian, resin komposit *bulk-fill* tetap memiliki polimerisasi *shrinkage* walaupun lebih rendah dibandingkan resin komposit konvensional.(Gouveia et al., 2017)

Penempatan restorasi ke dalam kavitas memerlukan bahan adhesif untuk menurunkan *marginal gap* dan meningkatkan kerapatan tepi.(Horodyski et al., 2015). Secara sederhana, sistem adhesif dikelompokkan dalam *etch-and-rinse*, *self-etch*, dan *universal*. Sistem *etch-and-rinse* memiliki teknik sensitif yang dapat

menyebabkan kolapsnya kolagen yang menyulitkan infiltrasi monomer resin, pada akhirnya rentan terhadap *marginal gap*. (Pinto et al., 2023) Akibat keterbatasan *etch-and-rinse*, dikembangkan sistem adhesif *self-etch*. Sistem adhesif ini mengandung monomer asam hidrofilik yang mendemineralisasi sekaligus menginfiltrasi dentin. Demineralisasi dentin lebih superfisial dan meninggalkan sisa *smear layer* yang digunakan sebagai substrat bonding pada tubulus dentin. Kemajuan lebih lanjut dalam sistem adhesif memperkenalkan sistem adhesif *universal/multimode* yang menggunakan molekul baru yaitu 10-MDP (*methacryloyloxy-decyl-dihydrogen-phosphate*), 4-MET (*4-methacryloxyethyl trimellitic acid*), dan phenyl-P (*N-Phenyl-p-phenylenediamine*). Molekul ini disebut sebagai monomer fungsional dan berikatan secara kimia dengan kalsium pada hidroksiapatit. Di antara molekul-molekul ini, MDP dilaporkan memiliki potensi adhesi kimia terkuat terhadap hidroksiapatit dengan membentuk garam kalsium yang stabil. (Zecin-Deren et al., 2019)

Penggunaan resin komposit *bulk-fill* memiliki berbagai keuntungan sehingga dapat menjadi alternatif pada restorasi pasca endodontik. Resin komposit *bulk-fill* dapat digunakan dengan sistem adhesif yang adekuat untuk mencegah terjadinya *marginal gap*. Oleh karena itu peneliti tertarik mengevaluasi sistem adhesif *self-etch* dan *universal* terhadap *marginal gap* restorasi komposit *bulk-fill sculptable* pada gigi pasca endodontik.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka permasalahan yang dapat dirumuskan adalah bagaimana *marginal gap* restorasi komposit *bulk-fill* menggunakan system adhesif *self-etch* dan *universal* pada gigi pasca endodontik?

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.3.1 Tujuan Penelitian

Tujuan Umum

Mengukur *marginal gap* restorasi komposit *bulk-fill* menggunakan sistem adhesif *self-etch* dan *universal* pada gigi pasca endodontik.

Tujuan Khusus

1. Mengukur *marginal gap* restorasi komposit *bulk-fill* menggunakan sistem adhesif *self-etch* pada gigi pasca endodontik.
2. Mengukur *marginal gap* restorasi komposit *bulk-fill* menggunakan sistem adhesif *universal* pada gigi pasca endodontik.
3. Membandingkan nilai *marginal gap* restorasi komposit *bulk-fill* menggunakan sistem adhesif *self-etch* dan *universal* pada gigi pasca endodontik.

1.3.2 Manfaat Penelitian

Manfaat Umum

Dapat memberikan pengetahuan tentang perbedaan sistem adhesif *self-etch* dan *universal* terhadap penurunan *marginal gap* restorasi komposit *bulk-fill* pada gigi pasca endodontik

Manfaat Khusus

Dapat memberikan informasi bagi dokter gigi dan dokter gigi spesialis konservasi gigi tentang perbedaan sistem adhesif *self-etch* dan *universal* terhadap penurunan *marginal gap* restorasi komposit *bulk-fill* pada gigi pasca endodontik

1.4 Tinjauan Teori

1.4.1 Resin Komposit

Resin komposit telah dikembangkan dalam bidang konservasi gigi untuk meminimalkan kelemahan resin akrilik yang menggantikan semen silikat (satunya bahan estetik yang tersedia sebelumnya) pada tahun 1940-an. Pada tahun 1955, Buonocore menggunakan asam ortofosfat untuk meningkatkan adhesi resin akrilik pada permukaan email. Pada tahun 1962 Bowen mengembangkan monomer Bis-GMA dalam upaya untuk meningkatkan sifat fisik resin akrilik. Monomernya hanya memungkinkan pembentukan polimer rantai linier. Komposit awal yang dipolimerisasi secara kimiawi ini membutuhkan pasta dasar yang dicampur dengan katalis, sehingga menyebabkan masalah pada proporsi, proses pencampuran, dan stabilitas warna. Sejak tahun 1970, material komposit yang dipolimerisasi menggunakan radiasi elektromagnetik mulai dikembangkan. Pada awalnya, sumber cahaya ultraviolet (365 nm) digunakan untuk menyediakan energi cahaya yang dibutuhkan, tetapi polimerisasi tersebut dangkal dan menyebabkan efek samping. Pengembangan komposit saat ini telah dan terus berlangsung. (García et al., 2006; Riva & Rahman, 2023)

1.4.2 Polimerisasi Shrinkage dan Marginal Gap

Setelah aktivasi oleh cahaya, foto inisiator *camphoroquinone* dalam resin komposit diubah menjadi keadaan tereksitasi. *Camphoroquinone* yang tereksitasi ini bereaksi dengan *co-initiator* amina untuk menghasilkan radikal bebas. Radikal bebas ini memulai proses polimerisasi dengan bereaksi dengan molekul monomer dalam resin. Polimerisasi berlanjut dengan penambahan monomer secara konstan membentuk rantai polimer ikatan silang yang panjang. Molekul Monomer yang diikat oleh gaya *VanderWaals* dengan jarak antarmolekul 0,3 nm - 0,4 nm digantikan oleh ikatan kovalen setelah polimerisasi dengan jarak antarmolekul berkurang menjadi 0,15 nm. Berkurangnya jarak antar molekul menyebabkan polimerisasi *shrinkage* volumetrik. Resin komposit menunjukkan nilai *shrinkage* volumetrik dari 1% hingga 6%. Tekanan kontraksi yang dihasilkan karena penyusutan polimerisasi (13-17 MPa). (Demarco et al., 2023; Hajaj et al., 2021; Rathi et al., 2020)

Kegagalan adhesif mengakibatkan hilangnya *marginal seal*, menciptakan celah antara gigi dan restorasi. Jenis kavitas juga dapat mempengaruhi integrasi bahan restorasi ke permukaan kavitas. Selain itu, *Configuration-factor* kavitas juga merupakan salah satu faktor utama, terutama pada resin komposit. Pada restorasi komposit kelas II, kejadian yang umum terjadi adalah pada margin gingiva. Hal ini disebabkan oleh hilangnya email pada margin gingiva, yang menyebabkan *interface* yang tidak stabil untuk *bonding*. Arah tubulus dapat mengubah hibridisasi sehingga

meningkatkan kebocoran. Retakan mikro dan fraktur yang ada pada email menyebabkan *marginal gap* setelah polimerisasi resin komposit. Faktor penyebab lainnya adalah koefisien ekspansi termal. Guzman melaporkan bahwa terjadinya kebocoran atau "*marginal percolation*" meningkat akibat ketidakcocokan antara koefisien muai panas gigi dan bahan restorasi. Koefisien ekspansi termal gigi lebih kecil dibandingkan dengan resin komposit. Penyebab terakhir yaitu di sepanjang dinding kavitas terjadi gerakan mikro restorasi karena perbedaan modulus elastisitas yang menyebabkan kegagalan ikatan dan akhirnya terjadi *marginal gap*. (Arstiara et al., 2022; Fani Pangabdian et al., 2021; Rathi et al., 2020)

1.4.3 Resin Komposit *Bulk-fill*

Resin komposit konvensional banyak digunakan dalam praktik klinis, memberikan estetika yang memuaskan, namun teknik inkremental membuat waktu klinis menjadi lebih lama. Oleh karena itu, resin *bulk-fill* telah dikembangkan untuk mengurangi waktu klinis dan meningkatkan sifat mekanik material. Kerugian utama dari resin adalah polimerisasi *shrinkage*, yang menyebabkan kerusakan pada *interface* restorasi, serta memungkinkan cairan dan bakteri masuk ke daerah tersebut. Resin komposit *bulk-fill* memiliki beberapa karakteristik seperti kedalaman polimerisasi yang lebih besar dan polimerisasi *shrinkage* yang lebih rendah karena perubahan matriks resin. Hal ini membuat bahan lebih tembus cahaya, kedalaman polimerisasi meningkat dan dapat digunakan dengan teknik *single increment*, serta mengurangi kontraksi polimerisasi. (Pfeffer et al., 2019)

1. Klasifikasi

Resin komposit *bulk-fill* diklasifikasikan berdasarkan viskositas, indikasi penggunaan, dan teknik aplikasinya. Pertama yaitu resin komposit *bulk-fill* viskositas rendah (*flowable*) yang digunakan sebagai basis kavitas. Komposit jenis ini pertama kali diperkenalkan tahun 2010 yaitu *Surefil SDR® flow (Dentsply Caulk)* yang dapat diaplikasikan dengan ketebalan lapisan 4 mm. Selain itu, terdapat *x-tra base, VOCO; Filtek™ BulkFill Flowable, 3M ESPE; Venus® BulkFill, Heraeus Kulzer* yang digunakan sebagai basis kavitas kelas I dan II. Resin komposit *bulk-fill* ini membutuhkan resin komposit konvensional dengan ketebalan 2 mm di bagian oklusal. Kedua yaitu resin komposit *bulk-fill* viskositas tinggi (*sculptable*) yang digunakan sebagai bahan restorasi direk. Beberapa jenis komposit ini termasuk, *Tetric Evoceram® Bulkfill (Ivoclar Vivadent)* dan *x-tra fil (VOCO)*, yang dapat digunakan dengan ketebalan lapisan hingga 4 mm tanpa penambahan resin komposit konvensional pada oklusal. Jenis ketiga yaitu resin komposit *bulk-fill* aktivasi sonik yang digunakan sebagai bahan restorasi direk. *SonicFill™ (Kerr)* adalah resin komposit *bulk-fill* yang membutuhkan *handpiece* khusus untuk aplikasi dengan ketebalan lapisan 5 mm. Resin ini diaktifkan melalui getaran suara, menghasilkan penurunan viskositas sesaat selama aplikasi. Resin ini juga diindikasikan pada kelas I dan II tanpa lapisan oklusal. (Lamas Lara et al., 2023)

2. Komposisi

Merk (Produsen)	Konsistensi	Ketebalan	Komposisi
Polofil NHT (VOCO) <i>Nanohybrid</i> resin komposit konvensional	<i>Packable</i>	2 mm	Matriks: Bis-GMA, UDMA, TEGDMA; Filler: <i>glass ceramic</i> ; Ukuran filler: 0.01-0.1 μm ; Kandungan filler: 83% wt / 68% vl
X-tra fill (VOCO) <i>Microhybrid</i> resin komposit <i>bulk-fill</i>	<i>Sculptable</i>	4 mm	Matriks: Bis-GMA, UDMA, TEGDMA; Kandungan filler: 86% wt / 70.1% vol

1.4.4 Sistem Adhesif

Resin komposit secara mikroskopis berikatan dengan struktur gigi melalui penggunaan etsa asam dan bahan adhesif. Ikatan pada email melalui pembentukan *resin tag*, sedangkan pada dentin melalui pembentukan *hybrid layer* yaitu lapisan yang terbentuk dari monomer resin yang menembus antara serat kolagen dan hidroksiapatit. Kombinasi polimer-kolagen akan menciptakan ikatan yang kuat antara bahan adhesif dengan dentin, terutama pada daerah intertubular dentin. Adhesi pada dentin sulit dicapai karena terhidrasi. (Fibryanto, 2020)

1. Adhesif generasi ketujuh

Generasi ini diperkenalkan di akhir tahun 2002 dan dikenal dengan istilah *one-step self-etch adhesives* atau "*all-in-one*". Generasi ini mengkombinasikan etsa, *primer* dan bahan *bonding* dalam satu larutan agar aplikasinya mudah. *All-in-one adhesives* mengandung *uncured ionic monomers* sehingga dapat berkontak dengan restorasi resin komposit secara langsung. Tipe ini bersifat seperti membran semi permeabel sehingga dapat memicu degradasi hidrolitik ikatan resin-dentin. Beberapa monomer resin yang digunakan bersifat hidrofilik sehingga rentan terhadap degradasi. (Fibryanto, 2020; Zecin-Deren et al., 2019)

2. Adhesif generasi kedelapan

Generasi ini dikenal sebagai bahan adhesif "*Multi mode*" atau "*Multi purpose*" karena dapat digunakan dengan teknik *etch-and-rinse*, *self-etch* atau *selective etch*. Generasi ini dikembangkan untuk mengatasi ketidakmampuan generasi bahan adhesif *one-step self-etch*. Aplikasi bahan adhesif ini dapat digunakan bersama dengan atau tanpa asam fosfat. *Methacryloyloxydecyl Dihydrogen phosphate* (MDP) merupakan monomer asam hidrofilik yang banyak ditemukan pada adhesif generasi ini. Prinsip kerja dari monomer tersebut adalah terbentuknya ikatan ion antara gugus karboksilat dan atau fosfat dari MDP dengan kalsium dari hidroksiapatit, untuk membentuk senyawa MDP-kalsium. (Fibryanto, 2020; Pinto et al., 2023)

Futurabond-U terdiri dari nano-adhesif yang mengandung *nanofillers*. Bahan *nano-bonding* adalah larutan yang berisi *nanofillers* guna memperkuat ikatan terhadap email dan dentin, absorbsi stres dan waktu penyimpanan yang lebih lama. Generasi ini mengandung partikel *silica* berukuran nano dan bersifat *dual-cure*. (Fibryanto, 2020; Limongi et al., 2020)

1.5 Hipotesis

Tidak terdapat perbedaan *marginal gap* restorasi komposit *bulk-fill* menggunakan sistem adhesif *self-etch* dan *universal* pada gigi pasca endodontik

BAB II

METODE PENELITIAN

2.1 Tempat dan Waktu

2.1.1 Tempat Penelitian

Pembuatan sampel dilakukan di Laboratorium Konservasi Gigi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin. Pemeriksaan penilaian *marginal gap* dilakukan di Lembaga Ilmu Hayati, Teknik, dan Rekayasa Universitas Airlangga.

2.1.2 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari – April 2024

2.2 Alat dan Bahan

2.2.1 Alat Penelitian

1. *Handpiece (Panamax, NSK, Jepang)*
2. *Round and fissure diamond bur (Dentsply Maillefer, USA)*
3. *K-file #10, #15, #20, #25, (Dentsply Maillefer, USA)*
4. *Protaper Next X1-X2 (Dentsply Maillefer, USA)*
5. *Endomotor (Dentsply Maillefer, USA)*
6. Jarum irigasi *side-vented* ukuran 30G
7. *Agate spatel*
8. Alat pemotong *gutta-percha Fast-Pack (Eighteeth Sifary, China)*
9. *Microbrush (Dochem, China)*
10. *Universal matrix*
11. Probe periodontal
12. *Instrumen plastic filling (Nexton, Pakistan)*
13. *Finishing diamond bur (Dentsply Maillefer, USA)*
14. *Polishing bur (Dentsply Maillefer, USA)*
15. *Carbarundum disc*
16. *Light-cure unit (Noblesse E, Max Dental, Korea)*
17. *Scanning Electron Microscope (Thermo Fisher Scientific, Nedherland)*
18. *Coating (Luxor AU/Pd SEM Coater, Germany)*

2.2.2 Bahan Penelitian

1. Larutan saline/ NaCl 0.9% (*Widatra Bhakti, Indonesia*)
2. Natrium Hipoklorit (NaOCI) 2.5% (*Onemed, Indonesia*)
3. *Aquadest steril (Waterone, Onemed, Indonesia)*
4. *Paper point (Dentsply Maillefer, USA)*
5. *Gutta-percha Protaper Next #X2 (Dentsply Maillefer, USA)*
6. *Sealer AH Plus (Dentsply Maillefer, USA)*
7. *Self-etch adhesive (Bondfix, VOCO)*
8. *Universal adhesive (Futurabond-U, VOCO)*

9. Resin komposit *bulk-fill sculptable* (*X-tra fil, VOCO*)
10. Resin komposit konvensional (*Polofil NHT, VOCO*)
11. Gigi premolar pertama rahang atas manusia yang telah diekstraksi

2.3 Metode Penelitian

2.3.1 Rancangan Penelitian

Jenis penelitian ini merupakan penelitian *experimental laboratories* dengan desain penelitian *post-test only control group design*.

2.3.2 Sampel Penelitian

Sampel penelitian adalah gigi premolar pertama rahang atas manusia yang telah diekstraksi dan memenuhi kriteria inklusi. Adapun kriteria inklusi dan eksklusi sebagai berikut:

Kriteria Inklusi

1. Memiliki ukuran (rasio mesiodistal dan rasio bukopalatal) yang sama
2. Tidak terdapat karies
3. Tidak terdapat restorasi
4. Tidak terdapat fraktur/retakan
5. Belum pernah dilakukan perawatan saluran akar
6. Tidak ada kelainan struktur internal (kalsifikasi, anomali saluran akar)

Kriteria Eksklusi

Gigi yang fraktur atau *crack* setelah dilakukan preparasi saluran akar dan restorasi dalam periode penelitian.

2.3.3 Perhitungan Besar Sampel

Perhitungan besar sampel dalam penelitian ini menggunakan rumus Federer:

n = jumlah sampel

t = jumlah kelompok penelitian

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

Cara perhitungan besar sampel:

$t = 4$ kelompok penelitian

$$(n-1) \times (4-1) \geq 15$$

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

$$3n - 3 \geq 15$$

$$3n \geq 15+3$$

$$n \geq 6$$

Berdasarkan hasil perhitungan jumlah sampel untuk setiap kelompok perlakuan adalah 6 sampel. Jadi jumlah minimal sampel adalah $6 \times 4 = 24$. Untuk memenuhi syarat distribusi normal pada uji statistik maka ditetapkan jumlah sampel untuk setiap perlakuan adalah 8. Jadi jumlah keseluruhan adalah $8 \times 4 = 32$ sampel. Pengamatan dilakukan pada 4 kelompok, yaitu:

- Kelompok kontrol 1 (K1) : Kavitas gigi premolar pertama rahang atas menggunakan adhesif *self-etch* (sesuia instruksi pabrik). Kavitas direstorasi menggunakan resin komposit konvensional dengan teknik inkremental.
- Kelompok kontrol 2 (K2) : Kavitas gigi premolar pertama rahang atas menggunakan adhesif *universal* (sesuia instruksi pabrik). Kavitas direstorasi menggunakan resin komposit konvensional dengan teknik inkremental.
- Kelompok Perlakuan 3 (P3) : Kavitas gigi premolar pertama rahang atas menggunakan adhesif *self-etch* (sesuai instruksi pabrik). Kavitas direstorasi menggunakan resin komposit *bulk-fill*.
- Kelompok Perlakuan 4 (P4) : Kavitas gigi premolar pertama rahang atas menggunakan adhesif *universal* (sesuia instruksi pabrik). Kavitas direstorasi menggunakan resin komposit *bulk-fill*.

2.3.4 Identifikasi Variabel dan Definisi Operasional

Variabel Penelitian

Variabel bebas : Restorasi komposit *bulk-fill*, sistem adhesif *self-etch* dan *universal*

Variabel antara : Polimerisasi

Variabel terikat : *Marginal gap*

Variabel kendali : Ukuran gigi, kedalaman kavitas, *light-cured unit*, jenis komposit, teknik restorasi.

Definisi Operasional

1. Resin komposit *bulk-fill* adalah restorasi yang diaplikasikan dengan ketebalan 4 mm setiap lapisan pada kavitas MOD.
2. Sistem adhesif *self etch* adalah bahan yang diaplikasikan pada kavitas MOD sebelum bahan restorasi dengan mengikuti instruksi pabrik.
3. Sistem adhesif *universal* adalah bahan yang diaplikasikan pada kavitas MOD sebelum bahan restorasi dengan mengikuti instruksi pabrik.
4. *Marginal gap* didefinisikan sebagai celah mikroskopik antara dinding kavitas dan restorasi pada sample yang dinilai menggunakan SEM dengan pembesaran 370-410 kali dengan satuan μm . Selanjutnya panjang *marginal gap* dibagi dengan panjang *interface* secara keseluruhan lalu dikalikan 100% untuk memperoleh persentasi *marginal gap* pada setiap sampel. Persentasi *marginal gap* $\leq 25\%$ dikategorikan baik. (Guvenc et al., 2023)

2.4 Pelaksanaan Penelitian

2.4.1 Persiapan Sampel Gigi

Sebanyak 32 sampel yang memenuhi kriteria inklusi dibersihkan dari kalkulus dan sisa jaringan lunak lalu di rendam dalam larutan *saline*.

2.4.2 Perawatan Endodontik

Akses opening menggunakan *handpiece* berkecepatan tinggi. Atap ruang pulpa ditembus dengan *diamond round bur #2*, kemudian diperluas dengan *tapered bur*; *overhang* dinding dihilangkan dengan *round bur* yang sama. Setelah itu, K-file berukuran 10 dimasukkan ke dalam saluran akar hingga ujungnya terlihat pada foramen apikal. Panjang kerja ditentukan dengan mengurangi 0,5 mm dari panjang tersebut. Saluran akar dipreparasi dengan menggunakan Endomotor dan *Protaper Next X1-X2*. Setiap pergantian file dilakukan irigasi 2 ml natrium hipoklorit 5,25%. Saluran akar yang telah dipreparasi dibilas dengan 5 ml EDTA 17%, pembilasan akhir dengan 5 ml aquadest, dan kemudian dikeringkan menggunakan paper point. Setelah itu, saluran akar diisi dengan *gutta-percha ProTaper Next #X2* dan *sealer* berbasis resin epoksi dengan teknik *single-cone*. *Gutta-percha koronal* yang berlebih dihilangkan. Basis menggunakan RMGIC. Sampel disimpan dalam kelembapan 100% selama tujuh hari agar *sealer setting*.

2.4.3 Penanaman Sampel pada Balok Akrilik

Seluruh sampel ditanam dalam balok akrilik *self-curing* dengan ukuran panjang 1.5 cm, lebar 1.5 cm, dan tinggi 2 cm. Sampel diposisikan di tengah balok akrilik *self-curing* hingga 1 mm di bawah batas CEJ, sampel difiksasi hingga akrilik *self-curing* mengeras.

2.4.4 Preparasi Kavitas

Kavitas MOD Kelas II standar dipreparasi dengan *diamond burs* yang diganti setiap preparasi kavitas keempat. *Gingival floor* sejajar dengan *cemento-enamel junction* (CEJ). Lebar *isthmus* dan *box* proksimal seperdua dari lebar bukal-palatal. *Cavosurfacemargin* dipreparasi dengan sudut 90° dan semua *internal line* dibulatkan. Dimensi preparasi diverifikasi dengan *probe periodontal*.

2.4.5 Restorasi Gigi

Matrix band universal di letakkan pada permukaan kavitas untuk mempertahankan adaptasi marginal. Gigi dibagi kedalam 4 kelompok dengan perlakuan sebagai berikut:

- Kelompok kontrol 1 (K1) : Kavitas gigi premolar pertama rahang atas diaplikasikan *bonding self-etch*, dibiarkan selama 20 detik, dikeringkan selama 5 detik, lalu *curing* selama 10 detik. Kavitas direstorasi menggunakan resin komposit konvensional dengan teknik inkremental, lalu *curing* selama 10 detik.
- Kelompok kontrol 2 (K2) : Kavitas gigi premolar pertama rahang atas diaplikasikan *bonding universal*, dibiarkan selama 20 detik, dikeringkan selama 5 detik, lalu *curing* selama 10 detik. Kavitas direstorasi menggunakan resin komposit konvensional dengan teknik inkremental, lalu *curing* selama 10 detik

- Kelompok Perlakuan 3 (P3) : Kavitas gigi premolar pertama rahang atas diaplikasikan *bonding self-etch*, dibiarkan selama 20 detik, dikeringkan selama 5 detik, lalu *curing* selama 10 detik. Kavitas direstorasi menggunakan resin komposit *bulk-fill* dengan ketebalan 4 mm setiap aplikasi, lalu *curing* selama 10 detik.
- Kelompok Perlakuan 4 (P4) : Kavitas gigi premolar pertama rahang atas diaplikasikan *bonding universal*, dibiarkan selama 20 detik, dikeringkan selama 5 detik, lalu *curing* selama 10 detik. Kavitas direstorasi menggunakan resin komposit *bulk-fill* dengan ketebalan 4 mm setiap aplikasi, lalu *curing* selama 10 detik.

Unit *light-curing* yang sesuai dengan intensitas cahaya 1200 mW/cm² (*Noblesse-E, Max Dental, Korea*).

2.4.6 Persiapan Sampel

Sampel diberi tanda secara vertikal arah bukal-palatal. Selanjutnya gigi dipotong menggunakan *carborundum disc* pada arah bukal-palatal dan 1 mm di bawah CEJ. Sampel dipilih secara acak.

2.4.7 Pengukuran *Marginal Gap*

Pengukuran *marginal gap* gigi dilakukan menggunakan *Scannig Electron Microscope (Thermo Fisher Scientific, Nedherland)* dengan *Coating (Luxor AU/Pd SEM Coater, Germany)*.

2.4.8 Pengumpulan dan Analisis Data

Jenis data pada penelitian ini adalah data primer dengan pengelolaan data menggunakan aplikasi *software SPSS 26 for Windows*. Data penelitian yang dikumpulkan selanjutnya dilakukan analisis data menggunakan uji analisis ANOVA dan *Post-Hoc LSD*. Penyajian data dalam bentuk tabel dan gambar grafik.

2.5 Parameter Pengamatan

Panjang *interface* secara keseluruhan diukur pada pembesaran 27-40 kali dengan satuan mm. Panjang *marginal gap* diukur pada pembesaran 370-410 kali dengan satuan μm . Selanjutnya panjang *marginal gap* dibagi dengan panjang *interface* secara keseluruhan lalu dikalikan 100% untuk memperoleh persentasi *marginal gap* pada setiap sampel.