

PENGARUH MASA KEDALUWARSA TERHADAP KEBOCORAN

MIKRO *GLASS IONOMER CEMENT* KONVENSIONAL

TIPE II

Karya Tulis Ilmiah ,
Untuk memenuhi sebagian persyaratan
Mencapai gelar sarjana Kedokteran Gigi



Disusun oleh

Sindhu Kariadi

31101600637

FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI

UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG

SEMARANG

2022



Karya Tulis Ilmiah

**PENGARUH MASA KEDALUWARSA TERHADAP KEBOCORAN MIKRO
GLASS IONOMER CEMENT KONVENSIONAL TIPE II**

Yang dipersiapkan dan disusun oleh

Sindhu Kariadi

31101600637

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Pada Tanggal 14 April 2022

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Susunan Tim Penguji

Ketua Tim Penguji


drg. Eko Hadiano, M.DSc

Pembimbing 1


drg. M. Dian Firdausy, M.Sc(DMS)

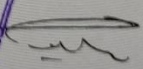
Pembimbing 2


drg. Recita Indaswary, M.Sc

Semarang, ... 01 SEP 2022

Fakultas Kedokteran Gigi
Universitas Islam Sultan Agung
Dekan,




Dr. drg. Yayun Siti Rochmah, Sp.BM
NIK. 210100058

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Sindhu Kariadi

NIM : 31101600637

Dengan ini saya menyatakan bahwa Karya Tulis Ilmiah yang berjudul :

**“PENGARUH MASA KEDALUWARSA TERHADAP KEBOCORAN
MIKRO GLASS IONOMER CEMENT KONVENSIONAL TIPE II”**

Adalah benar hasil karya saya dan penuh kesadaran bahwa saya tidak melakukan tindakan plagiasi atau mengambil alih seluruh atau sebagian besar karya tulis orang lain tanpa menyebutkan sumbernya. Jika saya terbukti melakukan tindakan plagiasi, saya bersedia menerima sanksi sesuai aturan yang berlaku.

Semarang, 31 Agustus 2022

Yang menyatakan,



Sindhu Kariadi

PERNYATAAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sindhu Kariadi
NIM : 31101600637
Program Studi : Kedokteran Gigi
Fakultas : Kedokteran Gigi
Alamat Asal : Jl. Apel Gg.Cengkeh no.14 Pontianak
No. Hp/Email : 082227685257 / Sindhu.kariadi@std.unissula.ac.id

Dengan ini menyerahkan karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir/Skripsi/Tesis/Disertasi dengan judul:

PENGARUH MASA KEDALUWARSA TERHADAP KEBOCORAN MIKRO GLASS IONOMER CEMENT KONVENSIONAL TIPE II

dan menyetujuinya menjadi hak milik Universitas Islam Sultan Agung serta memberikan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif untuk disimpan, dialih mediakan dikelola dalam pangkalan data, dan dipublikasikannya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis selama tetap mencantumkan nama penulis sebagai pemilik Hak Cipta.

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh. Apabila dikemudian hari terbukti ada pelanggaran Hak Cipta/Plagiarisme dalam karya ini, maka segala bentuk tuntutan hukum akan saya tanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Universitas Islam Sultan Agung.

Semarang, 31 Agustus 2022

Yang menyatakan,



Sindhu Kariadi

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto :

*Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan.
Sesungguhnya bersamakesulitas ada kemudahan. Maka apabila
engkau telah selesai (dari sesuatu urusan), tetaplah bekerja keras
(untuk urusan yang lain). Dan hanya kepada Tuhanmulah engkau
berharap.*

(Qs. Al-Insyirah, ayat 6-7)

Persembahan :

*Karya Tulis Ilmiah ini saya persembahkan untuk:
Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Islam Sultan Agung
SemarangDosen Pembimbing dan Dosen Penguji
Kedua orangtua
Teman-teman angkatan 2016*

Semua pihak yang membantu dalam terselesaikannya karya tulis ilmiah ini



PRAKATA

Bismillahirrahmanirrahim

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Dengan mengucapkan puji dan syukur kehadirat Allah SWT atas berkat rahmat dan hidayah- Nya yang telah diberikan sehingga peneliti dapat menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah dengan judul **“PENGARUH MASA KEDALUWARSA TERHADAP KEBOCORAN MIKRO GLASS IONOMER CEMENT KONVENSIONAL TIPE II”**.

Karya Tulis Ilmiah ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Kedokteran Gigi di Fakultas Kedokteran gigi Universitas Islam Sultan Agung. Peneliti menyadari bahwa tanpa bimbingan dan dorongan dari beberapa pihak yang terkait di dalamnya, maka Karya Tulis Ilmiah ini tidak akan terselesaikan. Karena itu pada kesempatan ini, peneliti mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. DR. drg. Yayun Siti Rochmah Sp.BM, selaku Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Islam Sultan Agung.
2. drg. M. Dian Firdausy, M.Sc(DMS), selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu, tenaga, pikiran serta memberikan bimbingan selama penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini.
3. drg. Recita Indraswary, M.Sc, selaku dosen pembimbing II meluangkan waktu, tenaga, pikiran serta memberikan bimbingan selama penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini.

4. drg. Eko Hadiano, M.DSc, selaku dosen penguji yang telah banyak memberikan petunjuk, saran dan kritik dalam penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini.
5. Bapak/Ibu dosen serta staff Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Islam Sultan Agung Semarang yang telah mendidik dan memberikan banyak ilmu di masa pendidikan.
6. Bapak dan Ibu tercinta : Bapak Ir. H. Bambang Suwanto, M.T, dan Ibu Dra. Hj. Yuline, M.Pd yang telah menjadi motivasi penulis dalam menyelesaikan pendidikan serta senantiasa memberikan do'a, semangat, dan dukungan baik secara moral, material maupun spiritual dengan penuh kasih sayang.
7. Kakak-kakakku dr. Anindia Wardhani, Sp.J.P, FIHA dan dr. Yudo Prabowo, dan kakak iparku dr. Misbah Hari Cahyadi, Sp.J.P, FIHA yang menjadi motivasi penulis dalam menyelesaikan pendidikan.
8. Semua pihak yang tidak dapat peneliti sebutkan satu persatu.

Peneliti menyadari bahwa Karya Tulis Ilmiah ini masih jauh dari sempurna, untuk itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat peneliti harapkan.

Semoga Karya Tulis Ilmiah ini dapat bermanfaat bagi perkembangan dan kemajuan ilmu pengetahuan khususnya dalam bidang kedokteran gigi.

Wassalamualaikum Wr.Wb

Semarang, Agustus 2022

Peneliti

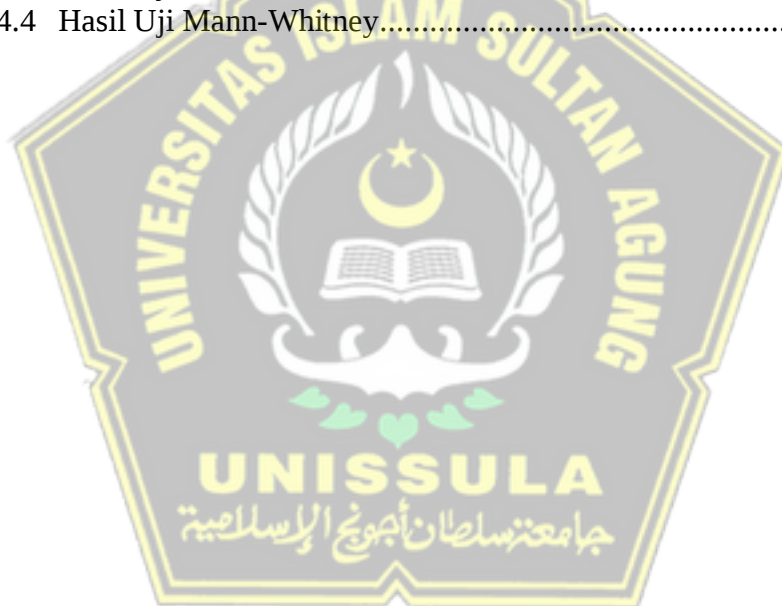
DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	x
HALAMAN PENGESAHAN	x
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN	xi
PERSETUJUAN PUBLIKASI ILMIAH	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
PRAKATA	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR SINGKATAN	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
ABSTRAK	xv
ABSTRACT	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.3.1. Tujuan Khusus	3
1.3.2. Tujuan Khusus	4
1.4. Manfaat Penelitian	4
1.4.1. Manfaat Teoritis	4
1.4.2. Manfaat Praktis	5
1.5. Orisinalitas Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Landasan Teori	7
2.1.1. Pengertian dan Komposisi Glass Ionomer Cement	7
2.1.2. Reaksi setting <i>Glass Ionomer Cement</i>	9
2.1.3. Mekanisme Adhesi <i>Glass Ionomer Cement</i>	11
2.1.4. Fluor release <i>Glass Ionomer Cement</i>	11
2.1.5. Kebocoran Mikro	12
2.1.6. Masa Kadaluwarsa <i>Glass Ionomer Cement</i>	13

2.2.	Kerangka Teori	16
2.3.	Kerangka Konsep	17
2.4.	Hipotesis Penelitian.....	17
BAB III METODE PENELITIAN		18
3.1.	Jenis Penelitian.....	18
3.2.	Rancangan Penelitian	18
3.3.	Variabel Penelitian	18
3.3.1.	Variabel Terikat.....	18
3.3.1.	Variabel Bebas	18
3.3.1.	Variabel Terkendali	18
3.4.	Definisi Operasional Variabel	19
3.5.	Sampel Penelitian.....	19
3.5.1.	Besar Sampel Penelitian	19
3.5.2.	Desain Pengambilan Sampel.....	20
3.6.	Kriteria Inklusi dan Eksklusi	20
3.6.1.	Kriteria Inklusi	20
3.6.2.	Kriteria Eksklusi.....	20
3.7.	Instrumen penelitian	21
3.7.1.	Alat penelitian	21
3.7.2.	Bahan Penelitian.....	21
3.8.	Cara Penelitian	22
3.8.1.	Persiapan Sampel.....	22
3.8.2.	Tahap Perlakuan.....	23
3.9.	Tempat dan Waktu	24
3.10.	Analisis Hasil.....	24
3.11.	Alur Penelitian	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		26
4.1.	Hasil Penelitian	26
4.2.	Pembahasan	28
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		34
5.1.	Kesimpulan.....	34
5.2.	Saran.....	34
DAFTAR PUSTAKA		xiv
LAMPIRAN.....		38

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Penelitian sebelumnya tentang <i>Glass Ionomer Cement</i> dan kebocoran mikro.....	6
Tabel 2.1	Komposisi glass pada <i>Glass Ionomer Cement</i>	8
Tabel 4.1	Nilai kebocoran mikro <i>Glass Ionomer Cement</i> dengan tahun masa kedaluwarsa 2016, 2021, dan 2023.....	26
Tabel 4.2	Hasil Uji Crosstab.....	27
Tabel 4.3	Hasil Uji Kruskal-Wallis.....	27
Tabel 4.4	Hasil Uji Mann-Whitney.....	28



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Fase setting Glass Ionomer Cement	10
Gambar 3.2 Restorasi kelas V Glass Ionomer Cement	22



DAFTAR SINGKATAN

CaF_2	: Kalsium fluoride
Al_2O_3	: Alumunium
SiO_2	: Silikat
GIC	: <i>Glass Ionomer Cement</i>
Ca^{2+}	: Kalsium



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 <i>Ethical Clearance</i>	39
Lampiran 2 Surat Ijin Penelitian	40
Lampiran 3 Hasil Analisa Data	41
Lampiran 4 Dokumentasi Penelitian	44



ABSTRAK

Glass Ionomer Cement adalah bahan tambalan yang banyak dipakai di bidang Kedokteran Gigi. Seiring penggunaan *Glass Ionomer Cement* yang tinggi, praktisi menyimpannya dalam waktu yang lama dan terkadang mendekati masa kedaluwarsa. Masa kedaluwarsa adalah waktu dimana produk masih memberikan daya guna yang maksimal yang sesuai diharapkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh masa kedaluwarsa terhadap kebocoran mikro *Glass Ionomer Cement* konvensional tipe II.

Metode penelitian ini merupakan analitik eksperimental laboratoris dengan rancangan penelitian *post test only group design*. Terdiri dari 3 kelompok *Glass Ionomer Cement* dibagi berdasarkan masa kedaluwarsa tahun 2016, 2021 dan 2023 yang masing-masing berjumlah 9 sampel dalam 3 kelompok. Sampel direndam pada cairan methylene Blue 1% selama 24 jam dan disimpan dalam inkubator dengan suhu 37°C. sampel dibelah secara bukalatal dan diamati dengan mikroskop dengan bantuan alat optik advance kemudian diberi skor 0-3. Data yang diperoleh dilakukan uji *Kruskal-Wallis* dan *Mann-Whitney*.

Hasil penelitian menunjukkan masa kedaluwarsa berpengaruh terhadap kebocoran mikro *Glass Ionomer Cement*. Terdapat perbedaan yang signifikan antara masa kedaluwarsa 2016, 2021 dan 2023. Dari hasil penelitian yang didapatkan, *Glass Ionomer Cement* dengan masa kedaluwarsa 2023 memiliki kebocoran mikro terendah dibandingkan dengan *Glass Ionomer Cement* masa kedaluwarsa 2021 dan 2016.

Kata Kunci : *Glass Ionomer Cement*, kebocoran mikro, masa kedaluwarsa.

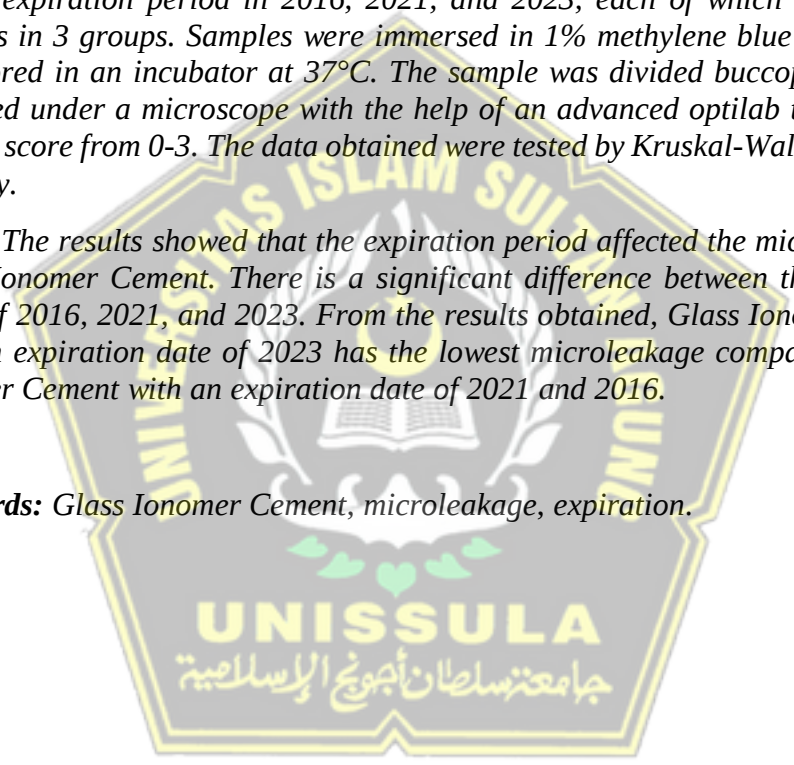
ABSTRACT

Glass Ionomer Cement is a filling material that is often used in Dentistry. As the use of Glass Ionomer Cement is high, practitioners store it for a long time and sometimes close to expiration. The expiration date is the time when the product is still providing maximum usability as expected. This study aims to determine the effect of expiration on the microleakage of conventional Type II Glass Ionomer Cement.

This research method is an analytical experimental laboratory with a post-test only group design. Consists of 3 groups of Glass Ionomer Cement divided based on the expiration period in 2016, 2021, and 2023, each of which consists of 9 samples in 3 groups. Samples were immersed in 1% methylene blue for 24 hours and stored in an incubator at 37°C. The sample was divided buccopalatally and observed under a microscope with the help of an advanced optilab tool and then given a score from 0-3. The data obtained were tested by Kruskal-Wallis and Mann-Whitney.

The results showed that the expiration period affected the microleakage of Glass Ionomer Cement. There is a significant difference between the expiration dates of 2016, 2021, and 2023. From the results obtained, Glass Ionomer Cement with an expiration date of 2023 has the lowest microleakage compared to Glass Ionomer Cement with an expiration date of 2021 and 2016.

Keywords: Glass Ionomer Cement, microleakage, expiration.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Ada berbagai masalah kesehatan gigi dan mulut di Indonesia, seperti kerusakan gigi yang disebabkan karies gigi. Dari data Riset Kesehatan Dasar tahun 2018 didapatkan 57,6% orang Indonesia mempunyai masalah pada gigi dan mulut (Riskesdas, 2018).

Bahan restorasi yang biasa digunakan untuk pencegahan ataupun untuk perawatan karies seperti: amalgam, resin komposit dan *Glass Ionomer Cement* (Sajow *et al.*, 2012). *Glass Ionomer Cement* terbuat dari campuran bahan antara bubuk kaca kalsium fluoroaluminosilikat dan larutan asam poliakrilat. *Glass Ionomer Cement* terdiri dari *powder* yang tersusun dari *calcium fluoroaluminosilikat glass*, dan *liquid* yang terdiri dari asam poliakrilat dengan konsentrasi 40-50% (Irmawati, 2005).

Glass Ionomer Cement adalah bahan restorasi yang memiliki perlekatan secara fisiko kimiawi pada enamel dan dentin. bahan ini juga dipercaya untuk mengurangi terjadinya kebocoran mikro dikarenakan sifat adhesif yang bagus pada enamel dan dentin. Bahan ini memiliki kekurangan seperti kekerasan, kekuatan dan mudah terjadi abrasi. (Hidayatul, 2012).

Kebocoran mikro adalah celah kecil diantara dinding kavitas dan tumpatan, Celah ini dapat menjadi jalur masuknya mikroorganisme, cairan, dan molekul lain. Hal ini diakibatkan karena penyusutan dampak

polimerisasi, kontraksi thermal, penyerapan air, rongga mulut yang asam, mekanikal stress dan perubahan dimensi pada struktur gigi (Dhurohmah, 2014). Kebocoran mikro bisa mengakibatkan sisa makanan dan saliva masuk ke dalam celah mikro tersebut, dan mengakibatkan kegagalan restorasi. Kebocoran mikro tersebut menimbulkan dampak seperti terjadinya karies sekunder, rasa sensitif, dan daerah margin restorasi mengalami perubahan warna. (Probosari, 2018).

Banyaknya jumlah penggunaan *Glass Ionomer Cement* di bidang konservatif menyebabkan konsumen memiliki persediaan bahan yang cukup banyak kadang sampai batas kedaluwarsa belum terpakai sampai habis. Kedaluwarsa atau *expiry date* ialah pemberitahuan dari batas waktu penggunaan produk setelah diproduksi oleh pabrik, sebelum kemasannya dibuka. Informasi tentang kadaluwarsa bisa kita dapatkan pada kardus kemasan ataupun pada botol kemasan tersebut (Herawati, 2016). Perbedaan sifat-sifat produk bisa saja terjadi apabila penggunaan produk melewati batas kedaluwarsa. Kebanyakan *Glass Ionomer Cement* memiliki masa kedaluwarsa selama 10 tahun (Meizarini, 2007). Apabila *Glass Ionomer Cement* yang sudah kedaluwarsa tetap digunakan maka dampaknya kurang baik. Sifat *glass ionomer cement* dipercayai dapat meningkatkan terjadinya kebocoran mikro. (Yuanita, 2016)

Rasulullah dalam hadisnya menyatakan:

عَنْ عَرْفَجَةَ بْنِ أَسْعَدَ قَالَ أُصِيبَ أَنْفِي يَوْمَ الْكُلابِ فِي الْجَاهِلِيَّةِ فَاتَّخَذْتُ
أَنْفًا مِنْ وَرَقٍ فَأَنْتَنَ عَلَيَّ فَأَمَرَنِي رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ أَنْ أَتَّخِذَ
أَنْفًا مِنْ ذَهَبٍ

Dari Arfajah bin As'ad ia berkata, "Saat terjadi perang Al Kulab pada masa Jahilliyah hidungku terluka, lalu aku mengganti hidungku dari perak, tetapi justru hidungku menjadi busuk. Kemudian Rasulullah shallallahu 'alaihi wasallam memerintahkan agar aku membuat hidung dari emas." (HR. Tirmidzi, Abu Daud, dan hadist ini Hasan)

Berdasarkan apa yang sudah dipaparkan di latar belakang maka penulis terdorong untuk meneliti perbandingan kedalaman kebocoran mikro antara *Glass Ionomer Cement* yang sudah memasuki masa kedaluwarsa dengan *glass ionomer cement* yang belum memasuki masa kedaluwarsa.

1.2. Rumusan Masalah

Dari latar belakang masalah yang ada, lalu dirumuskan sebuah pertanyaan pada penelitian seperti: "Apakah ada pengaruh antara masa kedaluwarsa terhadap terjadinya kebocoran mikro permukaan pada bahan *Glass Ionomer Cement* tipe II ?"

1.3. Tujuan Penelitian

1.3.1. Tujuan Khusus

Mengetahui pengaruh antara masa kedaluwarsa terhadap terjadinya kebocoran mikro permukaan pada bahan *Glass Ionomer Cement* tipe II "

1.3.2. Tujuan Khusus

- a. Mengetahui pengaruh masa kedaluwarsa tahun 2016 terhadap rerata kebocoran mikro permukaan pada bahan *Glass Ionomer Cement* tipe II.
- b. Mengetahui pengaruh masa kedaluwarsa tahun 2021 terhadap rerata kebocoran mikro permukaan pada bahan *Glass Ionomer Cement* tipe II.
- c. Mengetahui pengaruh masa kedaluwarsa tahun 2023 terhadap rerata kebocoran mikro permukaan pada bahan *Glass Ionomer Cement* tipe II.
- d. Mengetahui perbedaan rerata kebocoran mikro *Glass Ionomer Cement* konvensional tipe II pada masa kedaluwarsa tahun 2016, 2021 dan 2023.

1.4. Manfaat Penelitian

1.4.1. Manfaat Teoritis

Memberi pandangan dan tambahan ilmu pengetahuan di bidang konservasi gigi berdasarkan pengaruh masa kedaluwarsa terhadap kebocoran mikro permukaan *Glass Ionomer Cement* konvensional tipe II.

1.4.2. Manfaat Praktis

1. Meningkatkan pengetahuan mengenai efek masa kedaluwarsa pada kebocoran mikro permukaan *Glass Ionomer Cement* konvensional tipe II.
2. Meningkatkan pengetahuan dokter gigi tentang masa kedaluwarsa penggunaan *Glass Ionomer Cement*.

1.5. Orisinalitas Penelitian

Berdasarkan penelusuran pustaka belum terdapat penelitian sejenis yang memperlihatkan pengaruh masa kedaluwarsa terhadap kebocoran mikro restorasi *Glass Ionomer Cement*. Namun terdapat beberapa penelitian yang berhubungan dengan kebocoran tepi dan *Glass Ionomer Cement* tertulis dalam tabel 1.1.

Tabel 1.1 Penelitian sebelumnya tentang Glass Ionomer Cement dan kebocoran mikro

Peneliti	Judul Penelitian	Perbedaan
Sri Lestari <i>et al.</i> (2012)	<i>Kebocoran tepi restorasi semen ionomer kaca dengan bahan fuji II, fuji VII (white) dan fuji VII (pink)</i>	pada penelitian ini bahan semen ionomer kaca yang digunakan belum memasuki masa kedaluwarsa
Tamara Yuanita <i>et al.</i> (2016)	<i>Difference on Microleakage of Conventional GIC and Resin Modified GIC in Class V Restoration</i>	Pada penelitian ini membandingkan kebocoran tepi antara <i>Glass Ionomer Cement</i> konvensional dan Resin modified <i>Glass Ionomer Cement</i>
Muhammad Dian Firdausy. (2019)	<i>Surface deterioration of GIC type II based on its expiration date after</i>	Pada penelitian ini meneliti tentang pengaruh kedaluwarsa terhadap kekerasan

*immersion in carbonated Glass Ionomer Cement
drink konvesional*



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Landasan Teori

2.1.1. Pengertian dan Komposisi Glass Ionomer Cement

Glass Ionomer Cement untuk pertama kali dikenal sebagai “material tembus pandang yang baru” yang direkomendasikan untuk karies servikal pada tahun 1972 oleh Wilson dan Kent. *Glass Ionomer Cement* dikenal juga dengan *glass polyalkenoic cement* memiliki fungsi yang penting pada bidang kedokteran gigi. (Antonio, 2015) menjelaskan bahwa *Glass Ionomer Cement* sifat kimia dan fisiknya baik, memiliki kemampuan melepaskan fluoride, adhesi ke struktur gigi, biokompatibilitas yang baik, dan koefisien ekspansi termal yang mirip dengan dentin.

Glass Ionomer Cement merupakan material yang terbentuk dari reaksi asam dan basa, dimana ketika bubuk *glass aluminosilicate* yang bersifat basa bertemu dengan *water-soluble polymer* bersifat asam akan terjadi reaksi penetralan *group* asam oleh bubuk *glass aluminosilicate* yang bersifat basa. (Kishore, 2005)

Glass Ionomer Cement merupakan bahan konservasi yang memiliki komponen utama yaitu polimer yang larut dalam air dan kaca. *Glass Ionomer Cement* umumnya disajikan dalam bentuk *powder* dan *liquid*, dengan komposisi *powder* yaitu gelas

aluminosilikat yang larut dalam asam yang mengandung *fluoride*. *Powder* didapatkan dengan menggabungkan silikat, alumunium, kalsium fluoride pada suhu 1100-1500°C dan kemudian menuangkan logam meleleh ke pelat logam atau ke dalam air gelas yang terbentuk dihancurkan, dan digiling menjadi bubuk dengan ukuran 20-50 µm. (Singh *et al.*, 2011).

Fungsi dari *powder Glass Ionomer Cement* berdasarkan komposisinya adalah:

- Alumunium (Al_2O_3) meningkatkan opasitas
- Silikat (SiO_2) meningkatkan translusensi
- Fluoride sebagai antikariogenik, menambah translusen, menambah waktu kerja, menambah kekuatan
- Kalsium fluoride (CaF_2) meningkatkan opasitas
- Alumunium Fosfat meningkatkan translusensi. (Singh *et al.*, 2011)

Tabel 2.1 Komposisi glass pada Glass Ionomer Cement (Sidhu, 2016).

<i>Component</i>	<i>% by mass</i>
SiO_2	24.9
Al_2O_3	14.2
AlF_3	4.6
CaF_2	12.8
NaAlF_6	19.2
AlPO_4	24.2

Komposisi selanjutnya adalah *Liquid. Liquid Glass Ionomer Cement* merupakan larutan asam poliakrilat yang memiliki konsentrasi konsentrasi 40–50%. *Glass Ionomer Cement* liquid asamnya berbentuk kopolimer yang mengandung asam itakonik, maleik, atau trikarbosilik. Dimana kandungan ini biasa menambah reaktivitas dari liquid, memperkecil kekentalan, dan memperkecil kecenderungan liquid *Glass Ionomer Cement* menjadi gel, asam tartarik juga terkandung di liquid yang memiliki fungsi untuk memperbaiki karakteristik manipulasi dan menambah waktu kerja, tetapi mempersingkat waktu pengerasan. (Irmawati, 2005).

Komposisi lain dari *Glass Ionomer Cement* adalah asam tartarik, yang dapat ditambahkan untuk mengontrol *working* dan *setting Glass Ionomer Cement*. Komposisi terakhir yang utama dari *Glass Ionomer Cement* adalah air, dimana memiliki peranan penting untuk pengaturan keseluruhan. (Sakaguchi, 2012) mengemukakan bahwa; Pertama, air menyediakan transportasi ion untuk reaksi asam basa dan pelepasan *fluoride*. Kedua, sebagian dari air terikat secara kimiawi pada kompleks set dan memberikan stabilitas pada bahan restorasi.

2.1.2. Reaksi setting *Glass Ionomer Cement*

Reaksi *setting* pada *Glass Ionomer Cement* terjadi karena reaksi asam basa dimana asam poliakrilat dan kation dilepaskan dari permukaan *aluminosilicate glass* bertemu (Sakaguchi, 2012).

Reaksi setting *Glass Ionomer Cement* terdiri dari 3 fase, yang terdiri dari fase pelepasan ion, fase hidrogel, dan fase polysalt gel. Fase pelepasan ion ada pada saat pencampuran/mixing antara pelarut dan bubuk. Silika gel terbentuk karena asam yang berada di pelarut *Glass Ionomer Cement* bereaksi bersama ion yang berada pada bubuk *Glass Ionomer Cement*. Fase hydrogel adalah fase setting awal *Glass Ionomer Cement* karena adanya ikatan cross – link pada kation bubuk dengan anion pelarut asam polimer. Ini terjadi 5 – 10 menit setelah bubuk dan pelarut *Glass Ionomer Cement* dicampurkan. Fase polysalt gel adalah fase pengerasan akhir dan pematangan *Glass Ionomer Cement* (final setting) (Probosari, 2018) Fase *setting* dapat dilihat pada gambar 2.1



Gambar 2.1 Fase setting Glass Ionomer Cement (McCabe, 2008)

Sifat *Glass Ionomer Cement* diatur dalam standar ISO 9971 yaitu untuk semen berbasis air. *Glass Ionomer Cement* memiliki fungsi yaitu menempel di enamel dan dentin tanpa terjadi penyusutan, memiliki biokompatibilitas dengan jaringan periodontal dan pulpa, dan koefisien termal yang sama dengan struktur gigi (Meizarini,

2002). *Glass Ionomer Cement* punya *wear resistance* yang rendah dibanding komposit dan amalgam (Yuanita, 2016).

Glass Ionomer Cement dikenal sensitif dengan air dan terutama rentan terhadap kehilangan air sebelum mereka setting sepenuhnya. Untuk itu, pada prosedur klinis disarankan untuk melindungi *Glass Ionomer Cement* dengan varnish untuk mencegah kehilangan air dan penampilan yang berkapur (Sidhu, 2008).

2.1.3. Mekanisme Adhesi *Glass Ionomer Cement*

Mekanisme adhesi *Glass Ionomer Cement* secara sederhana dijelaskan dengan tahap pertama yaitu terjadinya ikatan hidrogen dikarenakan ada interaksi polar antara struktur *Glass Ionomer Cement* yang baru diaplikasikan dengan struktur gigi. Ikatan hidrogen lalu akan diambil alih oleh ikatan kimia yaitu ikatan ion. Ikatan ion ada diantara ion-ion karboksil (COO^-) dari asam pada bahan *Glass Ionomer Cement* dengan kalsium (Ca^{2+}) pada email dan dentin. Ion Fosfat yang bersifat negatif (PO_4^{3-}) dan ion kalsium yang bersifat positif (Ca^{2+}) pindah dari struktur gigi (hidroksiapatit) lalu masuk ke dalam semen, menghasilkan lapisan antara *Glass Ionomer Cement* dan struktur gigi (Roulet, 2000).

2.1.4. Fluor release *Glass Ionomer Cement*

Glass Ionomer Cement memiliki sifat kariostatik yang memiliki kemampuan melepaskan fluor jangka panjang, karena

memberikan ketahanan pada karies tidak pada gigi yang direstorasi saja tetapi juga gigi tetangganya (Neelakantan, 2011). Pelepasan fluor pada *Glass Ionomer Cement* terdapat pada *reactive glass filler*, yang kemudian dilepas apabila ada reaksi antara *glass filler* dan bahan asam yang dipicu penyerapan air (lembab) ke dalam. Bila terjadi peningkatan kondisi lingkungan yang asam maka fluor akan dilepaskan dan sebagai penyeimbang (*buffer*) bagi asam laktat (Albers, 1996).]

2.1.5. Kebocoran Mikro

Kebocoran mikro ialah celah mikroskop yang ada di dinding kavitas serta tumpatan yang bisa dilewati mikroorganisme, cairan, molekul serta ditimbulkan oleh penyusutan dampak polimerisasi, kontraksi thermal, penyerapan air, rongga mulut yang asam, mekanikal stress serta perubahan dimensi di struktur gigi. (Dhurohmah, 2014). Kebocoran mikro dapat mengakibatkan debris, sisa makanan, dan saliva, masuk ke dalam celah mikro tersebut, sehingga dapat mengakibatkan restorasi tersebut gagal. Kebocoran tepi dapat berdampak untuk menimbulkan karies sekunder, rasa sensitif, dan perubahan warna pada daerah margin restorasi. (Probosari, 2018).

Kebocoran mikro merupakan suatu fenomena dimana mikroorganisme oral, cairan, dan substansi kimia berdifusi antara permukaan gigi dan bahan restoratif yang mengakibatkan

hipersensitivitas, karies sekunder, stimulasi pulpa, dan diskolorasi marginal (Sonmez, 2008). Selama proses kuring berlangsung akan terjadi dimensional *shrinkage* restorasi, manifestasi yang sejalan dengan proses polimerisasi bahan melalui mekanisme radikal bebas. Ketika suatu bahan diaktivasi tanpa bonding ke dinding kavitas, bahan tersebut dapat mengerut dan mengalir, terjadilah *stress* yang rendah. Situasi lain yang tidak diinginkan yaitu terjadinya hipersensitivitas, karies sekunder dan lain-lain. Ketahanan bonding suatu restorasi dapat dilihat dari kondisi adakah terjadinya celah mikro (Schneider, 2010)

Kebocoran mikro merupakan masalah yang masih sering terjadi pada restorasi pada saat ini. Salah satu faktor yang mengakibatkan kebocoran mikro pada restorasi adalah *wear resistance* material restorasi tersebut, *Wear resistance Glass Ionomer cement* merupakan yang rendah apabila dibandingkan dengan material seperti resin komposit atau amalgam. Dikarenakan *wear resistance Glass Ionomer cement* ini dapat menimbulkan mudahnya material tersebut mengalami abrasi yang berdampak pada kebocoran mikro (Sidhu, 2015). Dengan adanya kebocoran mikro bisa membuat terbentuknya karies sekunder, sensitivitas pulpa dan diskolorasi margin (Kubo, 2001).

2.1.6. Masa Kedaluwarsa *Glass Ionomer Cement*

Masa kedaluwarsa atau sering disebut tanggal kedaluwarsa adalah masa atau waktu dimana suatu produk masih memberikan daya

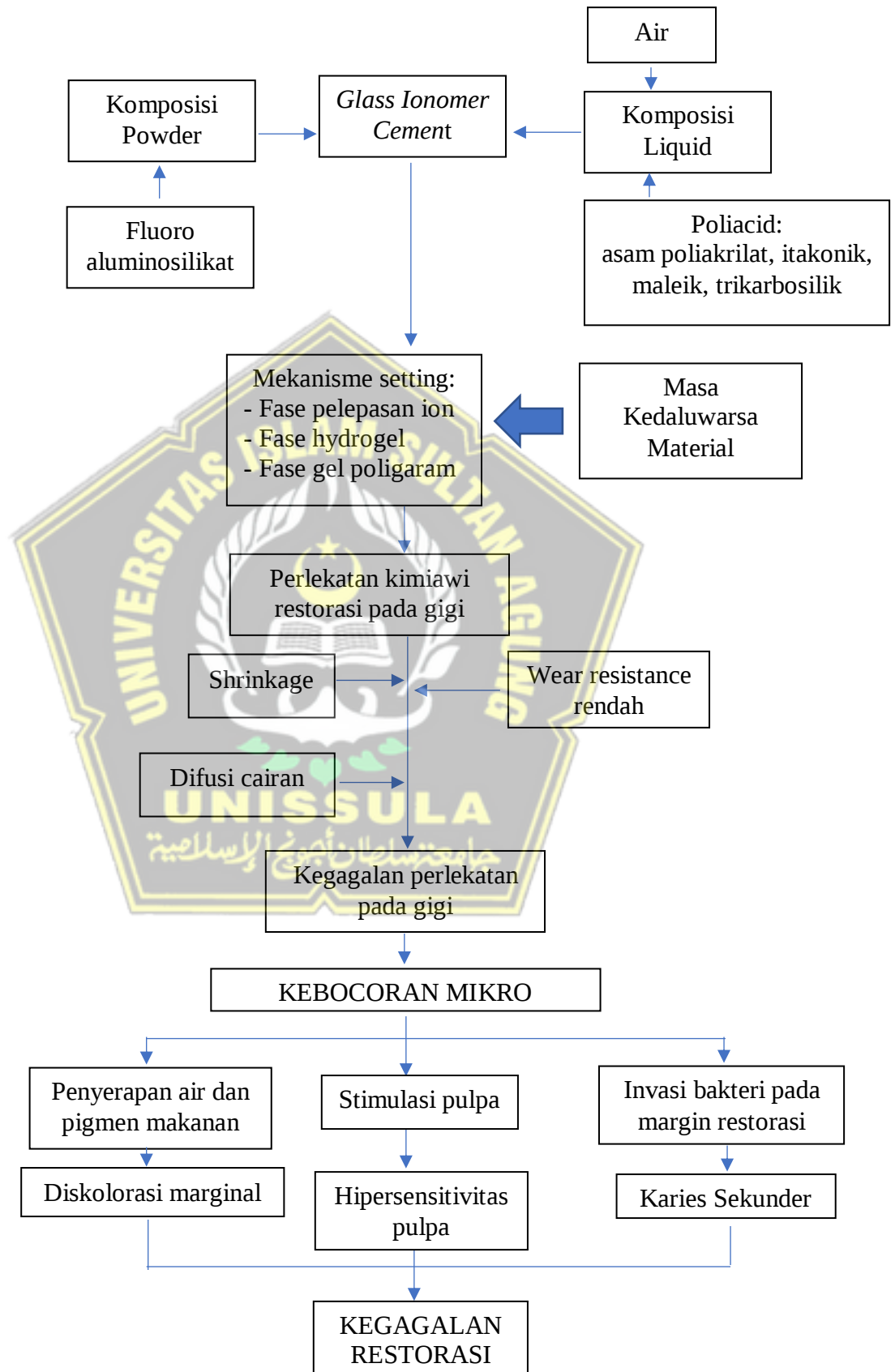
guna yang maksimal sesuai yang diharapkan apabila produk tersebut disimpan pada kondisi penyimpanan sesuai aturan. Pencantuman informasi masa kedaluwarsa akan memberi jaminan bahwa produk tersebut aman digunakan sebelum masa kedaluwarsa yang telah ditetapkan (Hariyadi, 2006).

Selain itu, masa kedaluwarsa juga merupakan salah satu contoh dari hak konsumen yang berada pada UUPK No 8 tahun 1999 pasal 8 ayat 1 yang berbunyi "pelaku usaha dilarang memproduksi dan atau memperdagangkan barang dan atau jasa yang tidak mencantumkan tanggal kedaluwarsa atau jangka waktu penggunaan atau pemanfaatan yang paling baik atas barang tertentu" (Prabandini, 2015). (Meizarini, 2014) menyebutkan bahwa terjadi perbedaan kekerasan permukaan pada *Glass Ionomer Cement* akibat masa kedaluwarsa. *Glass Ionomer Cement* yang telah melewati masa kedaluwarsa memiliki kekerasan permukaan paling rendah. *Glass Ionomer Cement* yang sudah kedaluwarsa mengalami perubahan seperti warna cairan liquid berubah agak kental dan warnanya menjadi lebih kekuningan. Fenomena ini memperlihatkan bahwa sudah terjadi penurunan kualitas *Glass Ionomer Cement* (Meizarini, 2005). (Wajong, 2017) menjelaskan bahwa cairan tersebut menjadi lebih kental dikarenakan faktor penguapan air di cairan *Glass Ionomer Cement* tadi sebagai akibatnya menurunkan kekuatan semen. Terjadi penurunan fungsi tartaric acid di liquid *Glass Ionomer Cement* yg

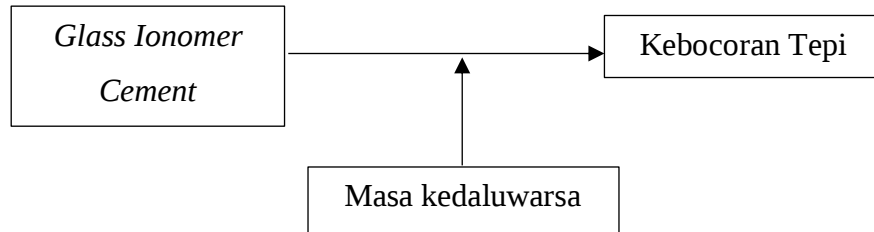
sudah melewati masa kedaluwarsanya sebagai akibatnya menyebabkan working time mengalami penurunan. Working time dapat menurun dalam waktu satu bulan sebelum masa kedaluwarsanya. Dampak yang dapat dilihat bisa seperti liquid *Glass Ionomer Cement* dimana ini akan berdampak di reaksi setting. Perubahan di reaksi setting *Glass Ionomer Cement* pastinya memiliki pengaruh pada sifat fisik serta mekanis *Glass Ionomer Cement*.



2.2. Kerangka Teori



2.3. Kerangka Konsep



2.4. Hipotesis Penelitian

Hipotesis di penelitian ini merupakan terdapat pengaruh masa kedaluwarsa terhadap kebocoran mikro pada bahan *Glass Ionomer Cement* tipe II



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian

Penelitian ini adalah analitik eksperimental.

3.2. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang dipakai merupakan eksperimental laboratoris dengan *post-test only control design group* yang dilakukan dalam laboratorium.

3.3. Variabel Penelitian

3.3.1. Variabel Terikat

Variabel terikat pada penelitian ini adalah kebocoran mikro *Glass Ionomer Cement*.

3.3.1. Variabel Bebas

Variabel bebas di penelitian ini adalah masa kedaluwarsa *Glass Ionomer Cement*.

3.3.1. Variabel Terkendali

Variabel terkendali di penelitian ini adalah :

Ukuran sampel *Glass Ionomer Cement* diameter 10 mm dan ketebalan 2 mm.

3.4. Definisi Operasional Variabel

No	Variabel	Skala
1	Masa Kadaluwarsa adalah batasan waktu penyimpanan yang ditetapkan oleh pabrik dan terdapat pada kemasan. Pada penelitian ini menggunakan <i>Glass Ionomer Cement</i> tipe II dengan masa kadaluwarsa 2016, <i>Glass Ionomer Cement</i> tipe II dengan masa kadaluwarsa 2021, dan <i>Glass Ionomer Cement</i> tipe II dengan masa kadaluwarsa 2023.	Nominal
2.	Kebocoran mikro adalah celah mikroskopis antara material restoratif dan dinding kavitas gigi yang diukur berdasarkan kedalaman penetrasi dari larutan pewarna methylene blue 1 % pada dinding kavitas gigi, dan dikategorikan menjadi 4 yaitu : 0 = Tidak terlihat perembesan cairan methylene blue 1 = Terlihat perembesan cairan methylene blue berukuran tidak lebih $\frac{1}{2}$ panjang dinding oklusal atau dinding gingival 2 = Terlihat perembesan cairan methylene blue berukuran lebih $\frac{1}{2}$ panjang dinding oklusal atau dinding gingival 3 = Terlihat perembesan cairan methylene blue pada dinding oklusal atau dinding gingival hingga mencapai dinding pulpa	Ordinal

3.5. Sampel Penelitian

3.5.1. Besar Sampel Penelitian

Glass Ionomer Cement tipe II merupakan sampel yang digunakan pada penelitian ini. Dengan memakai teknik pengambilan sampel *purposive sampling* Penghitungan jumlah sampel dengan rumus Frederer (Muntaha, 2015):

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

k = Jumlah kelompok

n = Jumlah sampel

Sampel dibagi menjadi tiga kelompok sehingga :

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

$$2n-2 \geq 15$$

$$2n \geq 17$$

$$n \geq 8,5 \text{ dibulatkan menjadi } 9$$

Sehingga jumlah sampel dalam satu kelompok adalah 9

Kelompok dalam penelitian ini adalah :

1. *Glass Ionomer Cement* tipe II dengan masa kedaluwarsa 2016
2. *Glass Ionomer Cement* tipe II dengan masa kedaluwarsa 2021
3. *Glass Ionomer Cement* tipe II dengan masa kedaluwarsa 2023

3.5.2. Desain Pengambilan Sampel

Desain pengambilan sampel yang dipakai adalah desain *purposive sampling* yang ditentukan sendiri oleh peneliti dengan persyaratan sampel yang digunakan secara acak.

3.6. Kriteria Inklusi dan Eksklusi

3.6.1. Kriteria Inklusi

- *Glass Ionomer Cement* tipe II dengan masa kedaluwarsa 2016, 2021, 2023.

3.6.2. Kriteria Eksklusi

- Sampel porus di permukaan
- Sampel yang pecah

- Sampel yang terdapat garis fraktur

3.7. Instrumen penelitian

3.7.1. Alat penelitian

1. *Scalpel*
2. *Highspeed bur*
3. *Diamond bur set*
4. Inkubator
5. *Diamond disc*
6. Mikroskop
7. Agate spatel
8. Optilab advance
9. Ekskavator
10. Sonde
11. Ball applicator
12. Semen kondensor
13. Plastis instrument

3.7.2. Bahan Penelitian

1. Cat kuku transparan
2. *Glass Ionomer Cement (GC Fuji IX)*
3. larutan pewarna *methylene blue* 1%
4. Gigi Pre Molar Maksila dan Mandibula
5. Varnish

3.8. Cara Penelitian

3.8.1. Persiapan Sampel

- Gigi dibersihkan, dan diperiksa menggunakan scalpel untuk memastikan tidak adanya retak dan fraktur, terutama pada area yang akan direstorasi. Gigi kemudian direndam dalam larutan akuades.
- Preparasi kavitas kelas V (seperti pada gambar 3.1) dengan menggunakan round diamond bur untuk membuka atau menembus kavitas dan tapered bur untuk melebarkan kavitas. Setiap kavitas dibuat dengan ukuran yang sama, yaitu dengan panjang 3 mm, lebar 2 mm, dan kedalaman 1,5 mm. Dental probe digunakan untuk menyetarakan kedalaman kavitas.



Gambar 3.2 Restorasi kelas V Glass Ionomer Cement

- Manipulasi *Glass Ionomer Cement* sesuai ajuran pabrik
- Rasio bubuk dan cairan yaitu satu sendok peres bubuk dengan satu tetes cairan (3.4 g / 1.0 g)

- Pengadukan dilakukan di atas *paper pad* menggunakan agate spatel. Bagi bubuk 2 bagian yang sama besar, aduk bagian pertama selama 10 detik dengan gerakan melipat kemudian masukkan sisa bubuk dan aduk selama 15-20 detik hingga konsistensi *milky* dan waktu kerja 2 menit
- Masukkan semen yang telah diaduk ke dalam kavitas dengan ball applicator dan dikondensasikan dengan semen kondensor. Setelah padat, material restorasi dapat dibentuk dengan plastis instrument.
- Biarkan mengeras dengan waktu sesuai petunjuk pabrik (pada umumnya sekitar 4 – 6 menit dari saat mulai pengadukan) dan aplikasikan varnish.
- Lakukan pembuatan sampel sebanyak 9 buah untuk setiap kelompok, kelompok 1 dengan *Glass Ionomer Cement* tipe II dengan masa kedaluwarsa 2016, kelompok 2 dengan masa kedaluwarsa 2021, kelompok 3 dengan masa kedaluwarsa 2023.

3.8.2. Tahap Perlakuan

- Setiap kelompok direndam pada saliva buatan, setelah itu dimasukkan ke incubator pada suhu 37°C selama 24 jam.
- Sampel dilapisi cat kuku transparan sebanyak 2x pada + 1 mm dari tepi restorasi Sampel kemudian disiapkan buat penilaian kebocoran mikro, lalu dioleskan cat kuku bening di permukaan gigi + 1 mm

dari tepi restorasi, ini bertujuan untuk mencegah masuknya larutan pewarna yang lain masuk pada tepi dalam dinding restorasi.

- Setiap kelompok di rendam pada larutan *methylene blue* 1% pada inkubator pada suhu 37°C dan berdurasi 24 jam.
- Lalu gigi dibelah pada bagian bukalatal, lalu kebocoran mikro dievaluasi dengan mikroskop.
- Spesimen dievaluasi berdasarkan sistem skor dengan skor 0-3.

Skor ditentukan berdasarkan :

- 0 = Tidak terlihat perembesan cairan methylene blue
- 1 = Terlihat perembesan cairan methylene blue berukuran tidak lebih $\frac{1}{2}$ panjang dinding oklusal atau dinding gingival
- 2 = Terlihat perembesan cairan methylene blue berukuran lebih $\frac{1}{2}$ panjang dinding oklusal atau dinding gingival
- 3 = Terlihat perembesan cairan methylene blue pada dinding oklusal atau dinding gingival hingga mencapai dinding pulpa

3.9. Tempat dan Waktu

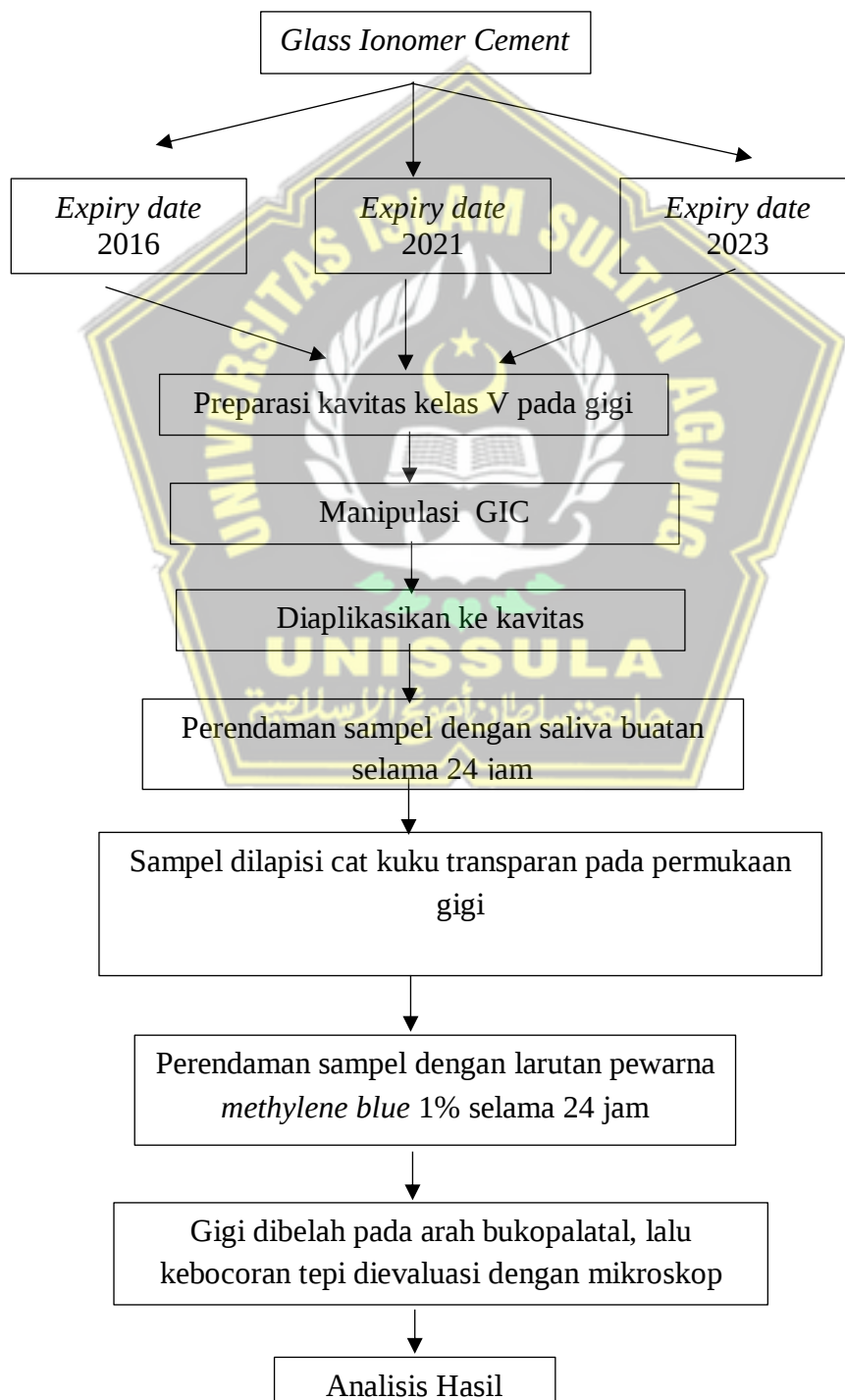
Penelitian akan dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Universitas Sultan Agung

3.10. Analisis Hasil

Data yang telah dikumpulkan lalu diperiksa kelengkapan dan kebenarannya sebelum dianalisis. Data selanjutnya ditabulasi dan diberi kode lalu dimasukkan ke dalam komputer.

Hipotesis hubungan antara variabel bebas dengan variabel terikat (skala nominal) diuji dengan menggunakan metode Kai Kuadrat (Chi Square). apabila uji Chi Square tidak terpenuhi syaratnya, maka alternatif akan dilakukan uji Kruskal-Wallis.

3.11. Alur Penelitian



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

Hasil penelitian tentang uji kebocoran mikro *Glass Ionomer Cement* dengan tahun masa kedaluwarsa 2016, 2021, dan 2023 menunjukkan nilai seperti berikut:

Tabel 4.1 Nilai kebocoran mikro *Glass Ionomer Cement*

		Skor Tingkat Kebocoran mikro			
		0	1	2	3
Tahun Kedaluwarsa	2016	-	-	2	7
	2021	4	2	2	1
	2023	6	3	-	-

Skor 0 = Tidak terlihat perembesan cairan methylene blue, Skor 1 = Terlihat perembesan cairan methylene blue berukuran tidak lebih $\frac{1}{2}$ panjang dinding oklusal atau dinding gingival, Skor 2 = Terlihat perembesan cairan methylene blue berukuran lebih $\frac{1}{2}$ panjang dinding oklusal atau dinding gingival, Skor 3 = Terlihat perembesan cairan methylene blue pada dinding oklusal atau dinding gingival hingga mencapai dinding pulpa.

Hasil penelitian yang ditunjukkan oleh tabel 4.1 menunjukan tingkat kebocoran mikro *Glass Ionomer Cement* masa kedaluwarsa 2016 lebih tinggi dari kedua kelompok lainnya. Sedangkan *Glass Ionomer Cement* dengan masa kedaluwarsa 2023 mendapatkan hasil yang paling rendah dari kedua kelompok lainnya.

Tabel 4.2 Hasil Uji Crosstab

			Tingkat Kebocoran mikro				Total
			0	1	2	3	
Tahun Kedaluwarsa	2016	<i>Expected Count</i>	3.3	1.7	1.3	2.7	9.0
	2021	<i>Expected Count</i>	3.3	1.7	1.3	2.7	9.0
	2023	<i>Expected Count</i>	3.3	1.7	1.3	2.7	9.0
Total		<i>Expected Count</i>	10.0	5.0	4.0	8.0	27.0

Berdasarkan Hasil uji *crosstab* pada tabel tersebut, didapatkan nilai *expected count* < 5 melebihi 20% dari jumlah sel. Dengan demikian uji *Chi Square* syaratnya tidak terpenuhi, maka untuk mengetahui perbedaan kebocoran mikro pada kelompok uji dilakukan uji alternatif dari uji *Chi Square* peneliti menggunakan Uji *Kruskal-Wallis Test* yang hasilnya terdapat pada tabel 4.3:

Tabel 4.3 Hasil Uji *Kruskal-Wallis*

	Tingkat Kebocoran mikro
Chi-Square	16.769
df	2
Asymp. Sig.	.000

Berdasarkan hasil Uji *Kruskal-Wallis* pada tabel tersebut didapatkan nilai p sebesar 0,000 ($p < 0,05$), maka didapatkan selisih yang signifikan pada ketiga kelompok data, selanjutnya guna mengetahui perbandingan nilai kebocoran mikro

pada setiap kelompok spesimen dilakukan uji *Mann Whitney* dengan hasilnya terdapat pada tabel berikut:

Tabel 4.4 Hasil Uji *Mann-Whitney*

Tahun	2016	2021	2023
2016	-	0,002	0,000
2021	0,002	-	0,185
2023	0,000	0,185	-

Berdasarkan hasil uji *Mann-Whitney* didapatkan bahwa kelompok *Glass Ionomer Cement* dengan masa kedaluwarsa tahun 2016 memiliki perbedaan tingkat kebocoran mikro yang signifikan dibanding dengan kedua kelompok *Glass Ionomer Cement* yang belum memasuki masa kedaluwarsa, sedangkan pada kedua kelompok yang belum memasuki masa kedaluwarsa (tahun 2021 dan tahun 2023) tidak terdapat perbedaan yg signifikan.

4.2 Pembahasan

Kebocoran mikro merupakan faktor penting yang digunakan dalam menilai keberhasilan suatu restorasi. Keberhasilan restorasi ditandai dengan adaptasi yang baik antara bahan restorasi dengan dinding kavitas untuk mencegah kebocoran mikro. Kebocoran mikro ialah sela mikroskop di dinding kavitas serta tumpatan yang bisa dilewati mikroorganisme, cairan, molekul serta ditimbulkan karena penyusutan dampak polimerisasi, kontraksi thermal, penyerapan air, rongga mulut yang asam, mekanikal stress dan perubahan dimensi di struktur gigi. (Dhurohmah, 2014). Kebocoran mikro adalah sebuah kasus yang masih sering ditemukan pada

restorasi. Salah satu faktor yang paling sering mengakibatkan kebocoran mikro pada restorasi adalah *wear resistance* material restorasi tersebut, *Wear resistance Glass Ionomer Cement* merupakan yang rendah apabila dibandingkan dengan bahan restorasi lainnya yaitu komposit dan amalgam. Dikarenakan *wear resistance Glass Ionomer Cement* ini dapat menimbulkan mudahnya material tersebut mengalami abrasi yang berdampak pada kebocoran mikro (Sidhu, 2015).

Tujuan penggunaan *Glass Ionomer Cement* tipe II dalam penelitian ini karena tingginya pemakaian *Glass Ionomer Cement* tipe II dikalangan praktisi. Alasan lain juga karena *Glass Ionomer Cement* konvensional tipe II yang dipercaya untuk mengurangi terjadinya kebocoran mikro (Hidayatul, 2012). Pada penelitian Tamara Yuanita (2016) yang membandingkan perbedaan kebocoran mikro antara *Glass Ionomer Cement* konvensional dan *Resin modified Glass Ionomer Cement* pada restorasi kelas V, hasilnya menunjukkan pada *Resin modified Glass Ionomer Cement* memiliki nilai kebocoran mikro paling rendah ketika dibandingkan dengan *Glass Ionomer Cement* konvensional. Hal ini disebabkan karena *Glass Ionomer Cement* konvensional mempunyai taraf sensitivitas kontaminasi cairan yang tinggi pada awal setting time material tadi dampak silica hydrogel yang tercipta di campuran *Glass Ionomer Cement* saat proses manipulasi. Silica hydrogel adalah molekul yang gampang larut jika terjadi hubungan menggunakan cairan. jika kelarutan ini terjadi bisa mengakibatkan integritas material tadi menurun serta mengakibatkan kebocoran mikro yang terjadi menjadi semakin besar. (Yuanita, 2016).

Ada beberapa metode yang bisa dipergunakan buat mengukur serta mengamati kebocoran mikro seperti metode penetrasi zat warna. Metode ini paling tak jarang dipakai sebab proses kerjanya yang simpel, sederhana, irit, dan relatif cepat (Garoushi, 2013). Jenis zat pewarna yang digunakan adalah Methylene Blue 1% yang. Larutan ini ialah zat warna yg paling sering digunakan sebab merupakan zat pewarna yang bisa berfungsi untuk indikator yang adekuat sebab mempunyai berat molekul yang lebih mungil asal berat molekul toksin bakteri sebagai akibatnya zat warna dapat masuk walaupun celah mikro yang berbentuk sangat kecil (Meshram, 2019). Penetrasi zat warna ditentukan setelah pembelahan sampel secara bukapalatal dan diamati dengan mikroskop dengan bantuan alat optilab advance kemudian diberi skor 0-3. Pada tabel 4.1 menunjukkan menunjukkan skor pengukuran kebocoran mikro yang bervariasi. Skor kebocoran mikro terbesar berada pada kelompok 2016 dan skor terkecil berada pada kelompok 2023 dan diikuti oleh kelompok 2021.

Hasil analisa statistik pada penelitian ini ditemukan perbandingan yang signifikan antara setiap kelompok. Berdasarkan hasil uji lanjutan didapatkan bahwa kelompok *Glass Ionomer Cement* dengan masa kedaluwarsa tahun 2016 memiliki perbedaan tingkat kebocoran mikro yang signifikan dibanding *Glass Ionomer Cement* dengan masa kedaluwarsa 2021 dan 2023.

Pada penelitian ini didapatkan hasil kebocoran mikro pada *Glass Ionomer Cement* masa kedaluwarsa 2016 jauh lebih besar dibandingkan *Glass Ionomer Cement* masa kedaluwarsa 2021 dan 2023. Menurut lama masa kedaluarsa, diperoleh perbedaan kebocoran mikro yang cukup signifikan. *Glass Ionomer Cement* yang

paling lama melewati masa kedaluarsa memiliki kebocoran mikro yang paling besar dibandingkan kelompok yang lain. Pengamatan pada kebocoran mikro dipenelitian ini menunjukkan bahwa masa kedaluarsa berpengaruh terhadap kebocoran mikro sampel. Ini bisa dilihat dari perbedaan yang besar antar kelompok, pada kelompok yg lebih usang melewati masa kedaluarsa terdapat perubahan yang paling menonjol. Ini dapat membuktikan jika masa kedaluarsa dapat berpengaruh terhadap kualitas restorasi *Glass Ionomer Cement*. Di penelitian Asti dan Irmawati yang dilakukan pada tahun 2005 perihal kekerasan permukaan *Glass Ionomer Cement* konvensional tipe II karena lama penyimpanan yang membandingkan kekerasan antara *Glass Ionomer Cement* produksi baru dengan *Glass Ionomer Cement* menggunakan saat penyimpanan 10 tahun mempunyai perbedaan kekerasan dimana kekerasan yang lebih tinggi oleh *Glass Ionomer Cement* dengan saat produksi baru. *Glass Ionomer Cement* yang sudah melewati masa kedaluarsa didapatkan warna cairan menjadi lebih kental dan berwarna kekuningan dimana ini menunjukan bahwa telah terjadi perubahan secara fisik dan ini telah memperlihatkan bahwa *Glass Ionomer Cement* telah mengalami penurunan kualitas (Meizarani, 2005).

Wajong dkk (2017), menjelaskan bahwa cairan pada *Glass Ionomer Cement* yang telah melewati masa kedaluwarsanya berubah menjadi lebih kental ditimbulkan dari penguapan air berasal cairan *Glass Ionomer Cement* tersebut sebagai akibatnya menurunkan kekuatan semen (Wajong, 2017). Tartaric acid yang ada di liquid *Glass Ionomer Cement* yang telah melewati masa kedaluwarsanya akan mengalami penurunan dan ini akan menyebabkan penurunan working time, dan ini terjadi satu bulan sebelum tanggal masa kedaluwarsanya. Perubahan pada

liquid *Glass Ionomer Cement* tadi akan berdampak di reaksi setting, dan ini akan memiliki pengaruh pada sifat fisik serta mekanis *Glass Ionomer Cement*. Peningkatan kekasaran permukaan dan penurunan kekerasan permukaan *Glass Ionomer Cement* merupakan salah satu contoh mekanis yang dapat dilihat. Kekerasan suatu bahan mempengaruhi ketahanan bahan tersebut di dalam rongga mulut. Ketahanan terhadap daya abrasi yang rendah menyebabkan banyak partikel *Glass Ionomer Cement* yang terlepas dan juga kekasaran permukaan meningkat akibatnya akumulasi debris pada permukaan sehingga menjadi faktor karies sekunder (Firdausy, 2019)

Pada penelitian ini menunjukkan bahwa masa kedaluwarsa *Glass Ionomer Cement* tipe 2 merupakan salah satu faktor penyebab kebocoran mikro selain wear resistance. Peningkatan kebocoran mikro *Glass Ionomer Cement* akan mengakibatkan mikroorganisme oral, cairan, dan substansi kimia berdifusi antara permukaan gigi dan bahan restoratif sehingga dapat mengakibatkan masalah seperti hipersensitivitas, karies sekunder, stimulasi pulpa, dan diskolorasi marginal (Sonmez, 2008).

Taraf kerapuhan yang dipunyai oleh *Glass Ionomer Cement* lumayan tinggi dan *Glass Ionomer Cement* sensitif pada kelembaban pada saat awal setting. *Glass Ionomer Cement* memiliki ikatan kimia yang kuat dengan gigi dikarenakan adanya pembentukan interlayer apatit, contohnya adanya fluor, sebagai akibatnya terjadi ikatan fluor apatit. tetapi, *Glass Ionomer Cement* konvensional, diklaim sulit untuk membentuk lapisan apatit mirip itu sebab divestasi asam poliakrilat (PAA) berasal *Glass Ionomer Cement* menurunkan pH dan merusak pembentukan apatit. Pada

penelitian ini bahan yang digunakan merupakan *Glass Ionomer Cement* yang telah memasuki masa kedaluwarsa, Pada cairan *liquid Glass Ionomer Cement* yang sudah melewati masa kedaluwarsanya berubah jadi lebih kental dikarenakan penguapan air berasal cairan *Glass Ionomer Cement* sebagai akibatnya mengakibatkan kondisi kering di bahan restorasi, *Glass Ionomer Cement* akan mengalami sineresis (kehilangan air sebab penguapan cairan) akibat kondisi kering dan ini mengakibatkan retakan pada restorasi atau restorasi akan mengkerut, sebagai akibatnya ada celah mikro (Marginal leakage). Kondisi ini yang memicu terbentuknya kebocoran mikro di tumpatan. (Probosari, 2018).



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan bisa disimpulkan bahwa :

1. Terdapat pengaruh lama masa kedaluwarsa pada Kebocoran mikro antara *Glass Ionomer Cement* tipe II konvensional masa kedaluwarsa 2016, 2021 dan 2023.
2. Terdapat perbedaan rerata kebocoran mikro *Glass Ionomer Cement* konvensional tipe II pada masa kedaluwarsa tahun 2016, 2021 dan 2023.
3. *Glass Ionomer Cement* dengan masa kedaluwarsa 2023 memiliki kebocoran mikro terendah dibandingkan dengan *Glass Ionomer Cement* masa kedaluwarsa 2021 dan 2016.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, lantas peneliti mengajukan saran sebagai berikut:

1. Diperlukan suatu publikasi pada dampak kebocoran mikro *Glass Ionomer Cement* yang telah kedaluwarsa, sehingga praktisi bisa lebih teliti terhadap penggunaan bahan restorasi.
2. Diperlukan suatu publikasi terhadap dampak masa kedaluwarsa *Glass Ionomer Cement* terhadap *shrinkage polimerisasi*, sehingga praktisi bisa lebih teliti terhadap penggunaan bahan restorasi.

3. Pada penelitian selanjutnya mengenai kebocoran mikro, diharapkan dapat menggunakan alat khusus pembelah gigi seperti *precision cutting machine* supaya bisa mendapatkan hasil yang lebih baik.



DAFTAR PUSTAKA

- Rizzante, Fabio Antonio. 2015. Indications & Restorative Techniques For Glass Ionomer Cement. *South Brazilian Dentistry Journal*. 12(1). 79-87.
- Sajow, P. 2012. Gambaran Penggunaan Bahan Restorasi Resin Komposit di Balai Pengobatan Rumah Sakit Gigi dan Mulut Universitas Sam Ratulangi Tahun 2011 – 2012. *Journal of e-GiGi*. 1(2). 40-51.
- Meizarini, A. 2007. The Surface Hardness Of Type II Conventional *Glass Ionomer Cement* Conventional Because Of The Length Of Storage. *Majalah Dental Journal*. 38(2). 73-76.
- Herawati, F. 2016. Beyond Use Date. *Rasional*. 10(1). 16-24.
- Hawlett, H. R., dan Mount, J. G. 2003. Glass Ionomer In Contemporary Restorative Dentistry- A Clinical Update. *CDA Journal*. 31(6). 483-492.
- Antonio, F. 2015. Indications and Restorative Techniques For Glass Ionomer Cement. *The South Brazilian Dentistry Journal*. 12(1). 79-87
- Singh, Mahesh. 2011. *Glass Ionomer Cement* (GIC) In Dentistry: a Review. *International Journal of Plant, Animal, and Environment Sciences*. 1(1). 26-30.
- Sakaguchi, R. L. 2012. *Craig's Restorative Dental Materials 13th Ed*. United State: Mosby. 182-92.
- Albers, H. F. 2002. Tooth-Colored Restoratives : Principles And Techniques Medicine And The Internet — The Essential Guide For Doctor. *British Dental Journal*. 193(8). 49-54.
- McCabe, J. F. 2009. Smart materials in dentistry – Future prospects. *Dental Material Journal*. 28(3). 37-43.
- Burrow, M. F. 2003. Microtensile bond strengths to caries-affected dentine treated with Carisolv ®. *Australian Dental Journal*. 2(2). 110-114.
- Hidayatul, F. 2012. Kebocoran tepi Restorasi semen ionomer kaca dengan bahan fuji II, fuji VII (white) dan fuji VII (pink). *J.K.G Unej*. Vol. 9 No. 1. 23-27
- Probosari, N. 2018. Analisis Kebocoran Tepi pada Glass Ionomer Kaca dengan Penambahan Bioactive Glass Berbasis Silica dari Ampas Tebu. *J.K.G Unej*. Vol. 15 No. 2. 37-42
- Dhurohmah. 2014. Pengaruh waktu polishing dan asam sitrat terhadap mikroleakage pada tumpatan resin komposit nanofiller aktivasi Plight emitting diode – in vitro. *ODONTO Dent J*;1(1):11-5.
- Hamzah. 2010. Jurnal keramik dan gelas Indonesia vol 19. No.2, p.136-148

- McCabe, J. F. 2009. Smart materials in dentistry – Future prospects. *Dental Material Journal*. 28(3). 37–43.
- Chandra, S. 2008. *Textbook of Operative Dentistry (with MCQs)*. 1st. India: Jaypee Brother: 206-210
- Sindhu, S., dan Nicholson, J. W. 2016. A Review of Glass-Ionomer Cements for Clinical Dentistry. *Journal of Functional Biomaterials*. 7(3). 201-205
- Robertson, D. 2009. The Microbiology Of The Acute Dental Abscess. *Journal Of Medical Microbiology*. 58(2). 155-62.
- Roulet, J. F. 1987. *Degradation Of Dental Polymers*. Germany: Karger.
- Schneider, L.F.J. 2010. Shrinkage stresses generated during resin-composite applications: a review. *J Dent Biomech*.
- Sungkar, S. 2014. Peran kondisioner pada adhesi bahan restorasi semen ionomer kaca dengan struktur dentin. *Cakradonya Dent J*; 6(2):678-744
- Kishore, G. 2005. *Glass Ionomer Cement – The Different Generations*. *Trends Biomater*. 18(2). 157-165.
- Wajong, K.H. 2017. The Effect of Shelf Life on the Compressive Strength of Resin Modified Glass Ionomer Cement. *Journal of Physics: Conferences Series*. 884.1-6.
- Firdausy, M.D. 2019. Surface deterioration of GIC type II based on its expiration date after immersion in carbonated drink. *ODONTO Dent J*: 6(2).
- Yuanita, T. 2016. Difference on Microleakage of Conventional GIC and Resin Modified GIC in Class V Restoration. *Conservative Dent J*: 6. 77-81.
- Garoushi, S. 2013. Physical properties and depth of cure of a new short fiber reinforced composite. *Dental Materials* 29: 835-41.
- Meshram, P. 2019. Comparative evaluation of microleakage around class v cavities restored with alkasite restorative material with and without bonding agent and flowable composite resin 30(3): 403-7.
- Sonmez, H. 2008. Microleakage of class-v composite restorations with different bonding systems on fluorosed teeth. *European J of Dentistry*; 1(2): 48-58.