



**PERBEDAAN PERUBAHAN KEKASARAN PERMUKAAN
ANTARA *GLASS IONOMER CEMENT* DENGAN
ZIRCONOMER SETELAH PERENDAMAN DALAM
MINUMAN BERKARBONASI**

**SKRIPSI
UNTUK MEMENUHI PERSYARATAN
MEMPEROLEH GELAR SARJANA**

Oleh :
ASMA NURUL UMMAH
15507040111010

**PROGRAM STUDI SARJANA FAKULTAS KEDOKTERAN
GIGI
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2019**



HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

**PERBEDAAN PERUBAHAN KEKASARAN PERMUKAAN
ANTARA *GLASS IONOMER CEMENT* DENGAN
ZIRCONOMER SETELAH PERENDAMAN DALAM
MINUMAN BERKARBONASI**

Oleh:

**ASMA NURUL UMMAH
15507040111010**

**Telah diujikan di depan Majelis Peguji
pada tanggal 11 Juli 2019 dan dinyatakan memenuhi syarat
memperoleh gelar Sarjana dalam Bidang Kedokteran Gigi**

**Menyetujui,
Pembimbing**

**Dr. drg. M. Chair Effendi, SU, Sp.KGA.
NIP. 20190253061811001**

Malang, 11 Juli 2019

Mengetahui,

**Ketua Program Studi Sarjana Kedokteran Gigi
Fakultas Kedokteran Gigi Brawijaya**

**drg. Yuliana Ratna Kumala, Sp.KG
NIP. 198004092008122004**

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

**PERBEDAAN PERUBAHAN KEKASARAN PERMUKAAN
ANTARA *GLASS IONOMER CEMENT* DENGAN
ZIRCONOMER SETELAH PERENDAMAN DALAM
MINUMAN BERKARBONASI**

Oleh:

**ASMA NURUL UMMAH
15507040111010**

Menyetujui untuk diuji,

Pembimbing

Dr. drg. M. Chair Effendi, SU, Sp.KGA.

NIP. 20190253061811001



PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur plagiasi, saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh SARJANA dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 27 Juni 2019

Yang Menyatakan,

Asma Nurul Ummah

155070400111010



ABSTRAK

Asma Nurul Ummah 155070400111010, Program Studi Sarjana Kedokteran Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Brawijaya, Malang, 27 Juni 2019, **“Perbedaan Perubahan Kekasaran Permukaan Antara *Glass Ionomer Cement* dengan *Zirconomer* Setelah Perendaman Dalam Minuman Berkarbonasi”**, Pembimbing: Dr. drg. M. Chair Effendi, SU, Sp.KGA.

Glass Ionomer Cement (GIC) merupakan salah satu material restoratif non logam namun memiliki kekurangan pada sifat fisik dan mudah aus. Perkembangan GIC terbaru adalah gic dengan bahan dasar partikel berukuran nano yang memiliki sifat lebih unggul daripada sifat gic konvensional. Salah satu bahan dasar nano untuk gic adalah nano zirconia. Minuman berkarbonasi merupakan minuman ringan yang bersifat asam dengan kadar pH $\pm 2,5$. Sifat asam pada minuman berkarbonasi dapat menyebabkan erosi pada gigi maupun bahan restoratif seperti gic. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui perbedaan perubahan kekasaran permukaan gic dengan *zirconomer* setelah perendaman dalam minuman berkarbonasi. Penelitian ini menggunakan 16 sampel gic dan 16 sampel *zirconomer*. Sampel kemudian direndam dalam minuman berkarbonasi dengan durasi waktu 1 hari, 3 hari, 5 hari dan 7 hari. Setelah direndam sampel kemudian diukur kekasaran permukaannya menggunakan *surface roughness tester*. Kemudian hasil perubahan kekasaran permukaan gic dan *zirconomer* dibandingkan untuk mengetahui perbedaan perubahan kekasaran permukaan setelah perendaman dalam minuman berkarbonasi. Hasil uji t-test tidak berpasangan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan perubahan kekasaran permukaan antara gic dengan *zirconomer* setelah perendaman dalam minuman berkarbonasi ($p > 0,05$). Kesimpulan penelitian ini adalah terdapat perbedaan perubahan kekasaran permukaan antara gic dengan *zirconomer* setelah perendaman dalam minuman berkarbonasi dengan hasil yang bermakna.

Kata kunci: glass ionomer cement, zirconomer, kekasaran permukaan dan minuman berkarbonasi



ABSTRACT

Asma Nurul Ummah 155070400111010, Dentistry Faculty of Brawijaya University Malang, June 27th 2019, “**The Differences of Change in Surface Roughness Between Glass Ionomer Cement and Zircomer After Soaking in Carbonated Drink**”, supervisor: Dr. drg. M. Chair Effendi, SU, Sp.KGA.

Glass ionomer cement (gic) is one of non logam restorative material but has a physical flaw and wear out easily. The latest development of gic is made from nano-sized particles that has superior characteristic than conventional gic. One of basic nano-sized particles of gic is nano zirconia. Carbonated drink is acidic soft drink with low pH level $\pm 2,5$. Acidic in carbonated drink can make erosion of the teeth and material restorative like gic. The purpose of this study was to determine whether there were differences of change in surface roughness between gic and zircomer after soaking in carbonated drink. This study use 16 samples of conventional gic and 16 samples of zircomer. Then samples soaked in carbonated drink with difference duration time 1 day, 3 days, 5 days and 7 days. Then surface roughness of samples measured with surface roughness tester. The results of change in surface roughness between gic and zircomer were compared to determine whether there were differences of change in surface roughness between gic and zircomer after soaking in carbonated drink. The result from independent t-test showed significant difference of change in surface roughness between gic and zircomer after soaked in carbonated drink ($p > 0,05$). The conclusion of this study is that there is significant of change in surface roughness between gic and zircomer after soaked in carbonated drink.

Key word: glass ionomer cement, *zircomer*, surface roughness and carbonated drink



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Robbil ‘Alamin, Segala puji bagi Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan dan penyusunan skripsi yang berjudul “Perbedaan Perubahan Kekasaran Permukaan Antara *Glass Ionomer Cement* Dengan *Zirconomer* Setelah Perendaman Dalam Minuman Berkarbonasi”

Begitu Banyak dukungan dan bantuan selama penyusunan proposal tugas akhir ini berlangsung sehingga hambatan dan kesukaran dalam penyusunan dapat dilalui. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan rasa terimakasih sebesar-besarnya kepada :

1. drg. R. Setyohadi, M.S selaku Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Brawijaya Malang.
2. drg. Yuliana Ratna Kumala, Sp.KG selaku Ketua Program Studi Sarjana Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Brawijaya Malang.
3. Dr. drg. M. Chair Effendi, SU, Sp.KGA selaku pembimbing yang dengan sabar membimbing, meluangkan waktu dan senantiasa memberi arahan sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal tugas akhir.
4. Dr. drg. Yuli Nugraeni, Sp.KG dan drg. Yuliana Ratna Kumala, Sp.KG selaku dosen penguji I yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam



memberikan masukan dan bimbingan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.

5. drg. Edina Hartami, Sp.KGA selaku dosen penguji II yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam memberikan masukan dan bimbingan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.

6. Segenap anggota Tim Pengelola Skripsi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Brawijaya.

7. Seluruh dosen dan staff Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Brawijaya atas segala ilmu dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis.

8. Secara khusus penghargaan, rasa hormat, dan terimakasih kepada Bapak, Ibu, Kakek, Nenek dan semua adikku tercinta atas segala doa, perhatian, dukungan baik secara moril dan materil yang selalu diberikan untuk penulis

9. Sahabat terbaik Btary, Arlin, dan Meyta yang selalu mendoakan, mendukung, dan membantu banyak hal dalam penyelesaian skripsi tugas akhir

10. Teman-teman FKG angkatan 2015 dan seluruh keluarga besar FKG beserta seluruh pihak terkait yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah mendoakan, mendukung dan membantu kelancaran penyusunan tugas akhir ini.



Penulis menyadari bahwa penulisan proposal tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun dari para pembaca sangat penulis harapkan demi kesempurnaan penulisan ini. Penulis berharap semoga tulisan ini bermanfaat baik bagi penulis maupun bagi pembaca.

Malang, Januari 2019

Penulis,



Daftar Isi

| | |
|--|----------|
| HALAMAN JUDUL..... | I |
| HALAMAN PENGESAHAN..... | II |
| HALAMAN PERSETUJUAN..... | III |
| PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI..... | IV |
| ABSTRAK..... | V |
| KATA PENGANTAR..... | VI |
| DAFTAR ISI..... | XI |
| DAFTAR GAMBAR..... | XV |
| DAFTAR TABEL..... | XVI |
| DAFTAR ISTILAH, SIMBOL, DAN SINGKATAN..... | XVII |
| BAB | |
| 1. PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang Masalah..... | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | 5 |
| 1.3 Tujuan Penelitian..... | 5 |
| 1.3.1 Tujuan Umum..... | 5 |
| 1.3.2 Tujuan Khusus..... | 5 |
| 1.4 Manfaat Penelitian..... | 6 |
| 1.4.1 Manfaat Akademis..... | 6 |
| 1.4.2 Manfaat Praktis..... | 6 |



| | |
|---|----|
| 2. TINAJAUAN PUSTAKA..... | 7 |
| 2.1 GIC..... | 7 |
| 2.1.1 Definisi GIC..... | 7 |
| 2.1.2 Macam-macam Tipe GIC..... | 7 |
| 2.2 GIC Konvensional..... | 8 |
| 2.2.2 Definisi GIC Konvensional..... | 8 |
| 2.2.3 Komposisi GIC Konvensional..... | 8 |
| 2.2.4 Sifat GIC Konvensional..... | 9 |
| 2.2.5 Indikasi GIC Konvensional..... | 10 |
| 2.2.6 Prosedur dan Proses Pengerasan GIC..... | 11 |
| 2.3 <i>Zirconomer</i> | 12 |
| 2.3.1 Definisi <i>Zirconomer</i> | 12 |
| 2.3.2 Komposisi <i>Zirconomer</i> | 12 |
| 2.3.3 Sifat <i>Zirconomer</i> | 12 |
| 2.3.4 Indikasi <i>Zirconomer</i> | 13 |
| 2.3.5 Proses Pengerasan <i>Zirconomer</i> | 13 |
| 2.4 Perubahan Kekasaran Permukaan GIC..... | 14 |
| 2.5 Teknologi Nano..... | 14 |
| 2.5.1 Definisi..... | 14 |
| 2.5.2 Aplikasi dalam Kedokteran Gigi..... | 15 |
| 2.6 Minuman Berkrbonasi..... | 15 |
| 2.6.1 Definisi Minuman Berkrbonasi..... | 15 |
| 2.6.2 Komposisi Minuman Berkrbonasi..... | 16 |
| 2.6.3 Reaksi Minuman Berkarbonasi Terhadap GIC..... | 16 |
| 3. KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS..... | 18 |





| | |
|---|----|
| 3.1 Kerangka Konsep | 18 |
| 3.2 Hipotesis | 19 |
| 4. METODE PENELITIAN | 20 |
| 4.1 Rancangan dan Desain Penelitian | 20 |
| 4.2 Sampel Penelitian | 20 |
| 4.2.1 Jumlah Sampel | 20 |
| 4.2.2 Kriteria Sampel Penelitian | 21 |
| 4.3 Variabel penelitian | 22 |
| 4.3.1 Variabel Bebas | 22 |
| 4.3.2 Variabel Terikat | 22 |
| 4.3.3 Variabel Terkendali | 22 |
| 4.4 Lokasi dan Waktu penelitian | 22 |
| 4.5 Bahan dan Alat/ Instrumen penelitian | 22 |
| 4.5.1 Bahan Penelitian | 22 |
| 4.5.2 Alat Penelitian | 23 |
| 4.6 Definisi Oprasional | 24 |
| 4.7 Prosedur Penelitian / Pengumpulan Data | 26 |
| 4.7.1 Pembuatan sampel dari GIC | 26 |
| 4.7.2 Pembuatan sampel dari <i>Zirconomer</i> | 27 |
| 4.7.4 Perendaman Sampel dalam Saliva Buatan | 28 |
| 4.7.5 Prosedur Perendaman dan Perlakuan Sampel | 29 |
| 4.7.6 Pengukuran Kekasaran Permukaan Sampel | 30 |
| 4.8 Kerangka Oprasional Penelitian | 31 |



| | |
|--|-----------|
| 4.9 Metode Analisis Data | 32 |
| 5. HASIL DAN PEMBAHASAN | 33 |
| 5.1 Hasil Penelitian | 33 |
| 5.1.1 Hasil Penelitian GIC Konvensional | 33 |
| 5.1.2 Hasil Penelitian <i>Zirconomer</i> | 35 |
| 5.2 Analisis Data | 37 |
| 5.2.2 Statistik Analitik GIC dan <i>Zirconomer</i> | 38 |
| 5.2.1.1 Uji Normalitas | 38 |
| 5.2.1.2 Uji Homogenitas | 38 |
| 5.2.1.3 Uji <i>Independent t-test</i> | 39 |
| 5.3 Pembahasan | 38 |
| 6. KESIMPULAN DAN SARAN | 43 |
| 6.1 Kesimpulan | 43 |
| 6.2 Saran | 43 |
| 7. DAFTAR PUSTAKA | 45 |
| 8. LAMPIRAN | 48 |

DAFTAR GAMBAR

Halaman

| | |
|---|----|
| Gambar 1 Bentuk sampel penelitian | 21 |
| Gambar 2 Surface Roughness Tester | 23 |
| Gambar 3 Sampel GIC Konvensional | 27 |
| Gambar 4 Sampel GIC Nano..... | 28 |
| Gambar 5 Diagram Nilai Kekasaran Permukaan GIC Perendaman selama 1 hari dan 3 hari..... | 33 |
| Gambar 6 Diagram Nilai Kekasaran Permukaan GIC Perendaman selama 5 hari dan 7 hari | 34 |
| Gambar 7 Diagram Nilai Perubahan Kekasaran Permukaan GIC | 34 |
| Gambar 8 Diagram Nilai Kekasaran Permukaan <i>Zirconomer</i> Perendaman selama 1 hari dan 3 hari | 36 |
| Gambar 9. Diagram Nilai Kekasaran Permukaan <i>Zirconomer</i> Perendaman selama 5 hari dan 7 hari..... | 36 |
| Gambar 10. Diagram Nilai Perubahan Kekasaran Permukaan <i>Zirconomer</i> | 37 |



DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1 Kebutuhan GIC sesuai standart ISO 9917..... 9



DAFTAR SINGKATAN, SIMBOL DAN ISTILAH

Al

Aluminium

Ca

Calcium

GIC

Glass Ionomer Cement

m

Meter

Na

Natrium

nm

Nano meter

P

Phosphor

Riskesdas

Riset kesehatan dasar

Sr

Strontium

Si

Silicon

μm

Mikro meter (mikron)

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) 2013 Kementerian Kesehatan Indonesia, menyatakan bahwa terdapat peningkatan jumlah penduduk Indonesia yang mengalami masalah kesehatan gigi dan mulut hampir pada setiap provinsi di Indonesia. Kesehatan gigi dan mulut merupakan suatu faktor penting yang berkaitan dengan kesehatan tubuh. Masalah utama kesehatan gigi dan mulut pada masyarakat adalah karies. Karies merupakan demineralisasi pada jaringan keras gigi yang disebabkan oleh bakteri patogen. Angka kejadian karies di masyarakat sebanyak 60-90% pada anak usia sekolah dan hampir 100% pada usia dewasa yang menyebabkan rasa sakit serta ketidaknyamanan (WHO, 2018).

Karies perlu diperbaiki untuk mengembalikan bentuk dan fungsi gigi, dengan cara menghilangkan jaringan karies dan menumpatnya dengan bahan restorasi. Bahan restorasi yang telah digunakan dalam waktu lama adalah amalgam yang terbuat dari bahan logam, dengan salah satu keunggulannya tahan terhadap tekanan kunyah. Namun beberapa tahun terakhir popularitas bahan logam menurun dikarenakan sifatnya yang kurang adhesif serta kurang estetik. Material tumpatan yang memiliki sifat adhesif yang baik adalah material tumpatan yang mampu berikatan dengan jaringan gigi baik secara mekanik maupun secara kimiawi. Sehingga penggunaan

bahan restorasi sekarang beralih pada bahan non logam yang lebih adhesif dan estetis seperti resin komposit dan *glass ionomer cement* (McCabe dan Walls, 2011).

Material restoratif *Glass Ionomer Cement* (GIC) pertama kali diperkenalkan pada bidang kedokteran gigi oleh Wilson dan Kent pada tahun 1970, serta sebagai turunan dari semen silikat dan semen-semen polikarboksilat. GIC memiliki kelebihan sifatnya yang adhesif serta memiliki kemampuan untuk melepaskan ion flour, biokompatibilitas, sebagai insulator panas yang baik, dan menghasilkan kekasaran permukaan transulen. Namun, sebagai bahan restorasi GIC konvensional memiliki kelemahan dalam sifat mekanis, seperti mudah aus dan mudah patah. Hal ini menyebabkan GIC tidak sesuai untuk daerah dengan tekanan tinggi seperti restorasi klasifikasi karies G.V. Black kelas 1 dan kelas 2 (Aljamhan, 2011).

Salah satu perkembangan terakhir pada GIC adalah ionomer kaca nano yang memiliki ukuran partikel nano pada partikel kacanya, bahan ini memiliki kelebihan yaitu ketahanan terhadap *microleakage* lebih baik, permukaan setelah pemolesan lebih halus dan pelepasan flournya lebih tinggi jika dibandingkan dengan GIC tanpa partikel nano. Nano GIC dikembangkan dengan menambahkan *nanocluster* dari silika dan *zirconia* pada kedua pastanya (Subramani dan Ahmed, 2017).

Perkembangan terbaru dari nano GIC adalah GIC dengan bahan dasar nano *zirconia* yang disebut dengan *zirconium*. *Zirconium*

memiliki kegunaan yang sama seperti amalgam namun dengan estetis yang menyerupai gigi. *Zirconomer* juga memiliki kekuatan seperti amalgam dan juga dapat melepaskan flour seperti GIC (Abdulsamee dkk., 2017)

Biomaterial yang ideal adalah material yang memiliki sifat fisik yang sesuai dengan sifat biologis dari jaringan tubuh. Jaringan gigi seperti enamel, dentin dan sementum memiliki struktur satuan nano.

Oleh karena itu, material restoratif partikel nano diperlukan dalam dunia kedokteran gigi agar didapatkan sifat yang sesuai dengan jaringan asli gigi (Khrushid dkk., 2015).

Minuman karbonasi mulai dikenal oleh masyarakat sejak tahun 1960 dan memiliki peningkatan konsumen setiap tahun. Sekretaris Jendral Asosiasi Industri Minuman Ringan (ASRIM), Suroso Natakusuma, mengungkapkan bahwa konsumsi minuman berkrbonasi per orang di Indonesia pada tahun 2011 sebanyak 2,4 liter per tahun dan setiap tahunnya jumlah konsumsi minuman bersoda terus meningkat 4% (Prayogo, 2012). Minuman berkarbonasi merupakan minuman non alkohol, namun memiliki kandungan asam dengan ph rendah. Sebelumnya Bajwa dkk (2014) melakukan penelitian tentang perendaman material tumpatan pada minuman berkarbonasi yang hasilnya terdapat perubahan kekasaran permukaan material restoratif paling besar pada GIC dibandingkan dengan perubahan kekasaran permukaan pada resin komposit dan RMGIC. Pada penelitian tersebut juga dijelaskan bahwa sifat asam

pada minuman berkarbonasi yang memiliki pH rendah $\pm 2,5$ dapat menyebabkan reaksi kimia yang melarutkan ion-ion material tumpatan sehingga terjadi perubahan kekasaran permukaan material restoratif gigi. Penelitian sebelumnya oleh Abdulsamee dkk (2017) juga menyatakan bahwa RMGIC memiliki sifat lebih resisten dari kelarutan dibandingkan dengan *zirconomer* setelah perendaman dalam air yang menghasilkan perubahan kekasaran permukaan, sehingga *zirconomer* memiliki sifat yang serupa dengan GIC.

Penelitian terdahulu melaporkan bahwa perendaman GIC pada minuman berkarbonasi menunjukkan adanya pengaruh terhadap perubahan kekasaran permukaan dari GIC. *Zirconomer* dan GIC memiliki perbedaan jenis dan ukuran partikel pengisi serta memiliki tampilan fisik yang berbeda. Selain itu, penelitian mengenai *zirconomer* juga masih terbatas. Hal tersebut membuat peneliti ingin melakukan penelitian lebih lanjut tentang *zirconomer* dengan melakukan penelitian tentang perbedaan kekasaran permukaan antara GIC dengan *zirconomer* setelah perendaman dalam minuman berkarbonasi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas, permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah “Apakah terdapat perbedaan perubahan kekasaran permukaan antara *glass ionomer cement* dengan *zirconomer* setelah perendaman dalam minuman berkarbonasi?”

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Mengetahui perbedaan perubahan kekasaran permukaan antara *glass ionomer cement* dengan *zirconomer* setelah perendaman dalam minuman berkarbonasi.

1.3.2 Tujuan Khusus

1.3.2.1 Mengetahui adanya perubahan kekasaran permukaan bahan tumpatan *glass ionomer cement* setelah perendaman dalam minuman berkarbonasi selama 1 hari, 3 hari, 5 hari, dan 7 hari.

1.3.2.2 Mengetahui adanya perubahan kekasaran permukaan bahan tumpatan *zirconomer* setelah perendaman dalam minuman berkarbonasi selama 1 hari, 3 hari, 5 hari, dan 7 hari.

1.3.2.3 Mengetahui perbedaan perubahan kekasaran permukaan antara *glass ionomer cement* dengan *zirconomer* setelah perendaman dalam minuman berkarbonasi selama 1 hari, 3 hari, 5 hari, dan 7 hari.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Akademis

Diharapkan hasil penelitian ini dapat bermanfaat sebagai dasar penelitian selanjutnya di bidang kedokteran gigi khususnya tentang perbedaan perubahan kekasaran permukaan antara *glass ionomer cement* dengan *zirconomer*.

1.4.2 Manfaat Praktis

Diharapkan hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk memilih jenis bahan tumpat *glass ionomer cement* dan *zirconomer* yang sesuai bagi pasien.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Glass Ionomer Cement (GIC)

2.1.1 Definisi GIC

Glass ionomer cement dikenalkan pertama kali di bidang kedokteran gigi pada tahun 1970 oleh Wilson dan Kent. Mereka mencoba untuk menggabungkan keunggulan translusensi, pelepasan flourida dari semen silikat, keunggulan dari sifat biokompatibilitas dan perekat dari semen polikarboksilat. Hasilnya adalah semen yang tersusun dari *ion-leachable fluoroaluminosilicate glass* dalam larutan asam poliakrilat (Aljahnam, 2011).

2.1.2 Macam-macam GIC

Glass ionomer cement berdasarkan formulanya dibagi menjadi 3 macam yaitu Tipe I sebagai semen perekat, Tipe II sebagai bahan restoratif, dan Tipe III sebagai semen basis atau pelapik. GIC tipe II secara umum mempunyai sifat lebih keras dan kuat dibandingkan tipe I, karena mempunyai rasio bubuk terhadap cairan lebih tinggi (Sidhu dkk., 2016).

Glass ionomer cement berdasarkan penggunaannya dibagi menjadi 9 macam yaitu tipe I sebagai luting agen, tipe II bahan restoratif, tipe III sebagai liner dan basis, tipe IV sebagai fissure sealant, tipe V sebagai semen orthodontik, tipe VI sebagai *core*

build-up, tipe VII merupakan *fluoride release* GIC, tipe VIII digunakan pada *atraumatic restoration* (ART), dan tipe IX sebagai bahan restorasi untuk gigi desidui. GIC juga memiliki jenis lain berupa cermet ionomer yaitu ionomer dengan *metal-fused-to-glass-particles* dan *Resin Modified Glass Ionomer Cement* (Stephen dkk., 2013).

2. 2 Glass Ionomer Cement Konvensional

2.2.1 Definisi GIC Konvensional

Glass ionomer cement adalah material restoratif yang berbahan dasar bubuk kaca silikat dan larutan asam poliakrilat. Bahan ini mendapatkan namanya dari formulanya yaitu satu bubuk kaca dan asam ionomer yang mengandung gugus karboksil. Menurut Organisasi Internasional untuk Standardisasi (ISO) GIC dinamai sebagai semen polialkenoat (Sidhu dkk., 2016).

2.2.2 Komposisi GIC Konvensional

komposisi tersebut disajikan dalam bentuk larutan dari asam polimer dan bentuk bubuk kaca. larutan dari asam poliakrilat yang digunakan pada semen ionomer kaca dengan konsentrasi kira-kira 50%. (Baum dkk.,2014).

Komposisi komponen yang biasanya ada pada bubuk semen ionomer kaca adalah SiO_2 (silika), Al_2O_3 (alumina), AlF_3 (aluminium florida), CaF_2 (kalsium florida), NaAlF_6 (sodium aluminium haxafluorid), AlPO_4 (aluminium fosfat). Na^+ (natrium), Ca^{2+} (kalsium) atau Sr^{2+} (strontium) digunakan untuk membentuk

karakter dasar bubuk dan membuat semen ionomer kaca rentan terhadap asam. Strontium memiliki efek peningkatan sifat radiopak, sehingga semen ionomer kaca memiliki tampilan yang estetik (Sidhu dkk., 2016).

2.2.3 Sifat GIC Konvensional

Sifat fisika dari GIC yaitu kekuatan dan solubilitasnya dipengaruhi oleh cara pencampuran GIC, penakaran rasio bubuk dan cairan GIC, konsentrasi dari poliasid, ukuran partikel bubuk kaca, dan usia spesimen. Kebutuhan sifat fisika dari GIC memiliki batasan standart yang telah diterapkan oleh ISO 9917, yang terlihat pada tabel 2.1 (Sidhu, 2016).

| Property | Luting Cement | Restorative Cement |
|---|---------------|--------------------|
| Setting time/min | 2.5–8 | 2–6 |
| Compressive strength/MPa | 70 (minimum) | 100 (minimum) |
| Acid erosion (maximum)/mm h ⁻¹ | – | 0.05 |
| Opacity, C _{0.70} | – | 0.35–0.90 |
| Acid-soluble As/mg kg ⁻¹ | 2 | 2 |
| Acid-soluble Pb/mg kg ⁻¹ | 100 | 100 |

Tabel 2.1 Kebutuhan semen ionomer kaca sesuai standart ISO 9917:

Sifat lain dari GIC yaitu sifat adhesifnya, yaitu sifat dimana kemampuan material GIC untuk melekat dengan baik pada email dan dentin. Sifat adhesif dari GIC berkaitan dengan dua fenomena yaitu *micromechanical interlocking* yang disebabkan oleh komponen poliasid pada GIC dan *true chemical bonding* oleh terbentuknya ikatan ion antara kelompok karboksilat pada molekul poliasid dan ion kalsium dipermukaan gigi (Sidhu, 2016).



Kelebihan GIC sebagai material restorasi adalah kemampuan untuk melepas dan menyerap flourida yang dapat mencegah terjadinya karies sekunder. Ekspansi termal gic yang serupa dengan struktur gigi. GIC memiliki sifat biokompatibilitas dengan rongga mulut dan memiliki efek yang sangat minimal pada pulpa. GIC juga memiliki kemampuan untuk menempel secara kimiawi ke jaringan gigi sehingga tumpatan dapat menempel dengan baik meski preparasi tanpa retensi. GIC juga memiliki estetis yang baik daripada tumpatan berbahan logam (Aljahnam, 2011).

Kekurangan dari GIC adalah sifatnya mudah patah dan mudah aus. GIC relatif rapuh dengan kekuatan lentur hanya 15-20 Mpa yang kurang tepat dijadikan bahan tumpat untuk gigi permanen. GIC juga memiliki sifat yang retensi terhadap abrasi yang buruk juga mudah mengalami erosi akibat asam. GIC juga tidak memiliki sifat radiopasiti yang tidak mudah dideteksi pada foto radiograf, sehingga diagnosis karies disekitar tumpatan GIC sulit dibuktikan (McCabe dkk., 2011).

2.2.4 Indikasi GIC Konvensional

Glass ionomer cement diindikasikan untuk perawatan preventif gigi pada pit dan fissure, digunakan sebagai bahan restorasi pada karies dengan beban kunyah rendah seperti karies kelas III dan V, sebagai liner, sebagai restorasi sandwich, sebagai restorasi untuk gigi desidui, sebagai sementasi post dan core, sebagai sementasi protesis, sebagai pengganti dentin, juga memiliki peran dasar dalam ART (Fabio dkk., 2015).

2.2.5 Proses Pengerasan GIC Konvensional

Proses pengerasan meliputi pembentukan suatu garam melalui reaksi gugus asam dengan kation yang dikeluarkan dari permukaan kaca. Pada pencampuran bubuk dan cairan asam secara perlahan merusak lapisan terluar dari kaca dan melepaskan ion-ion Ca^{2+} dan Al^{3+} , selama tahap awal pengerasan Ca^{2+} dilepaskan lebih cepat sehingga terjadi reaksi antara Ca^{2+} dan poliasid. Al^{3+} dilepaskan lebih lambat dan memiliki keterlibatan pada proses pengerasan tahap reaksi sekunder. Ca^{2+} dan Al^{3+} akan bereaksi dengan ion *fluoride* membentuk CaF_2 dan AlF_2 . Terjadinya peningkatan keasamaan menyebabkan ikatan CaF_2 menjadi tidak stabil dan terbentuklah ikatan kopolimer akrilik untuk membentuk sebuah senyawa kompleks yang lebih stabil. Pada fase awal pencampuran GIC akan tampak mengilap namun pada fase akhir ini akan tampak berkurang (McCabe dkk., 2011; Albers, 2002)

Fase kedua adalah fase hydrogel, dimulai dari 4 sampai 10 menit setelah terjadi ikatan reaksi antara ion Ca^{2+} dengan poliasid dan menjadi ikatan silang yang bermuatan negatif. Pada fase ini terjadi gelisa pada ionomer silikat. Pada fase ini GIC harus dilindungi dari kelembaban. Setelah terjadi gelasi akan GIC akan terus mengalami pengerasan dan pematangan, kation akan semakin berikatan dengan rantai polyanion (Albers, 2002).

Fase terakhir adalah fase polysalt yang merupakan fase terakhir dari proses pengerasan GIC. Fase ini berlanjut hingga berbulan-bulan. Proses pengerasan semen didasari oleh hydrogel kalsium,

alumunium, dan fluoro alumunium poliakrilat yang menyebabkan partikel kaca tidak bereaksi dan dilapisi oleh lapisan ikatan lemah hidrogel silika. Pada fase ini GIC akan semakin menyerupai gigi (Albers, 2002).

2.3 Zirconomer

2.3.1 Definisi Zirconomer

Nano glass ionomer cement (*zirconomer*) merupakan GIC dengan bahan nano yang memiliki tingkat estetis dan kekuatan yang lebih baik dari GIC konvensional. Nano GIC dengan bahan nano *zirconia* memberikan keunggulan berupa kekuatan tumpatan yang bagikan tumpatan amalgam namun bebas merkuri. Juga memiliki sifat translusensi yang mempunyai warna menyerupai gigi alami. Keunggulan pada kekuatan, ketahanan dan perlindungan *flouride* dianggap ideal sebagai tumpatan sementara maupun sebagai tumpatan gigi permanen bagian posterior (Shofu., 2016).

2.3.2 Komposisi Zirconomer

Nano glass ionomer cement (*zirconomer*) memiliki dua bahan dasar berupa bubuk dan cairan. Bahan bubuk nano GIC terdiri dari *flouroaluminosilicate glass*, zirconium oxide, pigmen dan lainnya. Bahan cairan nano GIC terdiri dari asam polyakrilik dan asam tartarik (Shofu, 2015).

2.3.3 Sifat Zirconomer

Zirconomer berbahan nano *zirconia* memiliki sifat dengan keunggulan pada daya tahan kunyah yang baik dan memiliki

adaptasi pada tepi kavitas yang bagus. Memiliki kemampuan untuk *self-adhesive* dan koefisien seperti gigi dari ekspansi termal sehingga rendah tegangan dan restorasi tahan lama. Memiliki perlindungan *flouride*, terutama pada kasus resiko karies tinggi. Memiliki translusensi yang tinggi mendekati warna gigi asli. Memiliki daya tahan seperti tumpatan amalgam namun bebas merkuri, serta ketahanan yang baik terhadap abrasi dan erosi (Shofu, 2015).

2.3.4 Indikasi *zirconomer*

Zirconomer berbahan nano *zirconia* dapat digunakan pada pasien dengan karies kelas I dan kelas II gigi desidui maupun gigi permanen. Nano GIC juga dapat digunakan untuk menggantikan tumpatan amalgam yang rusak. Juga dapat dijadikan tumpatan untuk semua kelas dari kavitas yang mengutamakan radiopakstisi. Dapat juga digunakan untuk *core bulid-up* dan sebagai perbaikan dari tepi *crown* (Shofu, 2015).

2.3.5 Proses Pengerasan *zirconomer*

Proses pengerasan didapatkan dengan cara powder dibagi menjadi dua bagian lalu campurkan setengah bubuk pertama dengan liquid selama 5-10 detik dengan spatula plastik yang disediakan selanjutnya aduk sisa setengah bubuk lainnya. Pencampuran harus selesai dalam waktu 30 detik. Dari akhir pencampuran diukur sesuai dengan ISO 9917-1: 2007 Kedokteran Gigi - Semen berbasis air, Suhu yang lebih tinggi dari 23 ° C / 73 ° F akan memperpendek *setting time*, dan yang lebih rendah dari 23 ° C / 73 ° F akan lebih

memperpanjang *setting time*, Jangan menambahkan cairan ekstra saat pencampuran karena akan mempengaruhi sifat material (Shofu, 2015).

2.4 Perubahan Kekasaran Permukaan GIC

Kekasaran permukaan merupakan suatu bentuk ketidakteraturan permukaan material. Kekasaran permukaan dapat mempercepat kolonisasi bakteri dan maturasi plak gigi, sehingga berpotensi meningkatkan resiko penyakit mulut, menyebabkan iritasi gingiva, dan mengurangi estetik. Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi kekasaran permukaan GIC adalah terjadinya perubahan derajat keasaman di dalam rongga muut akibat mengkonsumsi makan dan minuman yang asam (Diansari dkk., 2016).

2.5 Teknologi Nano

Teknologi nano adalah metode merekayasa bahan dalam level molekul dan atom yang berukuran kurang dari 100 nm menggunakan metode kimia dan metode fisik untuk mendapatkan desain, fungsi, dan penampilan produk yang diinginkan. Teknologi nano menyebabkan sifat fisik, kimia dan biologi yang berbeda dari material yang berbahan level lebih besar dari bahan nano sehingga material dengan bahan nano menjadi lebih ringan dan lebih kuat (Subramani, 2012).

2.5.1 Definisi

US National Nanotechnology mendefinisi teknologi nano dalam tiga pengertian. Pengertian pertama, teknologi nano adalah

perkembangan teknologi pada level atom, molekul, atau makromolekul dengan ukuran bahan 1 – 100 nm. Pengertian kedua dari teknologi nano adalah menggunakan sesuatu yang memiliki memiliki sifat dan fungsi baru karena ukurannya lebih kecil.

Pengertian ketiga dari teknologi nano adalah kegiatan memanipulasi sesuatu pada ukuran atom atau molekul (Subramani, 2012).

2.5.2 Aplikasi dalam Kedokteran Gigi

Jaringan keras gigi enamel, dentin, dan sementum merupakan jaringan dengan ukuran nano. Material restoratif gigi yang baik adalah material yang memiliki sifat yang sesuai dengan sifat asli jaringan gigi. Teknologi nano dapat dimanfaatkan dalam kedokteran gigi untuk menciptakan material restoratif gigi dengan bahan nano untuk mendapatkan sifat dan morfologi yang mirip dengan jaringan asli gigi dan menggantikan jaringan gigi yang hilang dengan regenerasi (Khurshid dkk., 2015).

2.6 Minuman Berkarbonasi

2.6.1 Definisi

Minuman berkarbonasi adalah minuman ringan nonalkohol yang dibuat dengan melarutkan karbonmonoksida kedalam air minum. Karbonmonoksida yang ditambahkan pada minuman dapat membentuk gelembung yang akan memberikan sensasi menyegarkan bagi minuman tersebut. Minuman berkarbonasi dibuat pertamakali oleh Joseph Priestley pada tahun 1767. Pada tahun 1830 minuman berkarbonasi mulai dibuat dengan tambahan campuran

bahan pemanis dan variasi rasa buah, serta terus berkembang dengan berbagai macam kemasan (Bellis, 2018).

2.6.2 Komposisi

Minuman berkarbonasi berkomposisi 90% air gas karbonmonoksida, 10% gula, pewarna buatan ataupun asli, konsentrat, pengatur keasaman, dan kafein. Minuman berkarbonasi juga mengandung bahan pengawet serta beberapa vitamin dan mineral (Kregeil, 2015).

Minuman berkarbonasi memiliki nilai keasaman yang rendah akibat dari kandungan berbagai macam asam, seperti asam sitrat dan asam fosforik. Kandungan asam pada minuman berkarbonasi memiliki sifat korosif yang dapat menyebabkan kelarutan pada ion-ion GIC (Diansari dkk., 2016).

2.6.3 Reaksi Minuman Berkarbonasi Terhadap GIC

Minuman berkarbonasi merupakan minuman dengan kadar asam yang rendah yaitu ber-pH $\pm 2,5$ sedangkan GIC merupakan bahan tumpatan yang memiliki kekurangan yaitu sifatnya yang mudah erosif jika terkena asam. Saat GIC direndam dalam minuman berkarbonasi maka akan terjadi reaksi pelepasan ion H^+ yang kemudian menyerang permukaan terluar dari partikel GIC. Kemudian menyebabkan kation-kation seperti partikel Ca^{2+} , Na^+ dan Al^{3+} yang berikatan dengan asam poliakrilat akan terlepas dari GIC sehingga membentuk pori-pori yang menyebabkan kekasaran pada

permukaan jika GIC terus-menerus direndam pada minuman berkarbonasi (Diansari dkk., 2016).

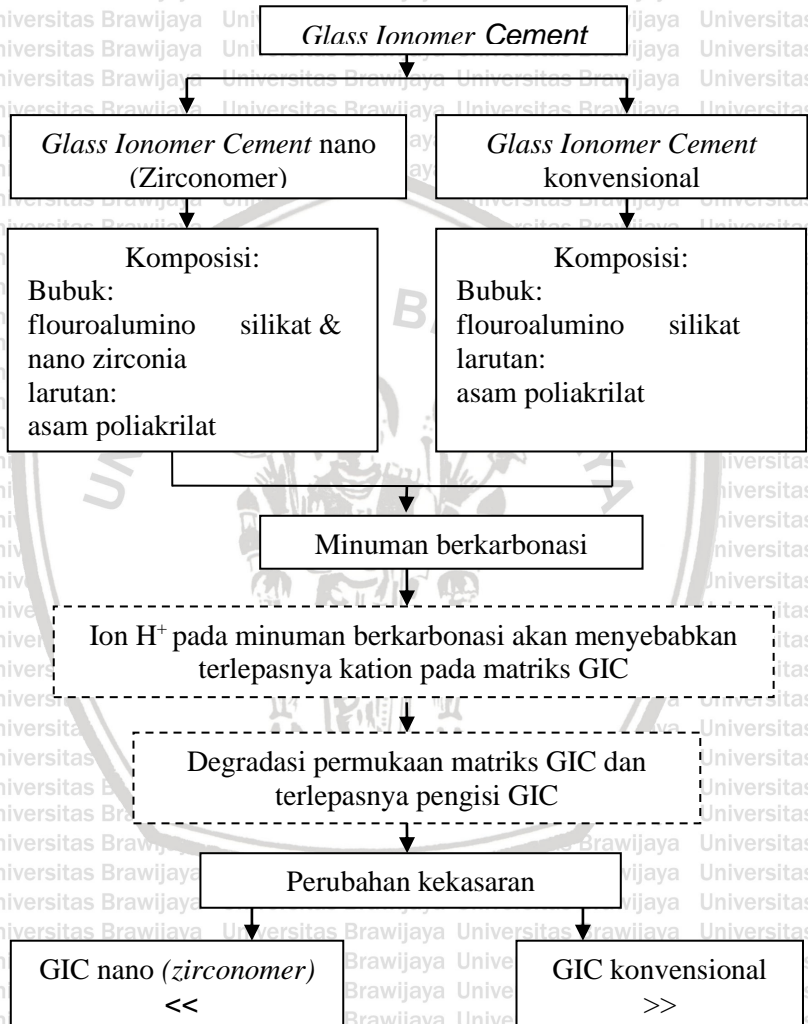
Minuman berkarbonasi dengan kondisi asam yang tinggi dapat menyebabkan berkurangnya kekerasan pada material restoratif dan dapat menyebabkan peningkatan kekasaran pada permukaan restoratif serta peningkatan solubilitas dari material restoratif GIC (Hamouda, 2011). Selain itu dengan meningkatnya kekasaran permukaan pada GIC menyebabkan kandungan bahan kimia berwarna lebih retensi pada GIC yang menyebabkan perubahan warna pada GIC (Santoso, 2017).



BAB III

KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS

3.1 Kerangka Konsep



Keterangan:

Diteliti

Tidak diteliti

Glass ionomer cement merupakan bahan restorasi gigi yang memiliki bahan dasar berupa bubuk fluoroalumino silikat dan larutan polimer asam akrilat. Perbedaan antara GIC nano (*zirconomer*) dengan GIC konvensional adalah pada bahan dasarnya. Pada GIC konvensional bahan dasarnya hanya bubuk fluoroalumino silikat dan larutan asam poliakrilat, sedangkan pada *zirconomer* memiliki bahan dasar bubuk fluoroalumino silikat dengan nano zirconia dan larutan asam poliakrilat. Adanya bahan nano zirconia pada bahan dasar *zirconomer* menyebabkan *zirconomer* memiliki kekuatan dan daya tahan terhadap erosi yang lebih unggul dibandingkan dengan GIC konvensional (Shofu, 2015).

Minuman berkarbonasi mengandung asam sitrat dengan tingkat keasaman yang cukup rendah. Tingkat keasaman yang rendah menyebabkan minuman berkarbonasi memiliki sifat erosi bagi enamel gigi maupun bagi material kedokteran gigi. Kandungan ion H^+ pada minuman berkarbonasi akan menyebabkan terlepasnya kation-kation yang berikatan dengan asam poliakrilat pada matriks GIC sehingga terjadi degradasi permukaan GIC. Degradasi pada struktur permukaan GIC ini yang menyebabkan terjadinya kekasaran permukaan GIC (Viona dkk., 2016). Berdasarkan hal tersebut, maka GIC konvensional akan mengalami perubahan kekasaran permukaan yang lebih besar dibandingkan dengan *zirconomer*.

3.2 Hipotesis

Terdapat perbedaan kekasaran permukaan pada *zirconomer* lebih rendah dibandingkan dengan kekasaran permukaan pada *Glass Ionomer Cement*.

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Rancangan dan Desain Penelitian

Jenis penelitian ini adalah true-eksperimen laboratoris dengan rancangan penelitian *pre - post test group design*. Penelitian ini dilakukan uji laboratorium yang bertujuan untuk mengetahui perbandingan perubahan kekasaran permukaan antara GIC dengan *zirconomer* setelah perendaman dalam minuman berkarbonasi.

4.2 Sampel Penelitian

4.2.1 Jumlah Sampel

Jumlah sampel (pengulangan) minimal dihitung dengan menggunakan rumus Frederer (1963) dengan cara sebagai berikut:

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

Keterangan:

t = jumlah kelompok perlakuan

n = jumlah sampel (pengulangan)

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

$$7n - 7 \geq 15$$

$$7n \geq 22$$

$$N \geq 3,14$$

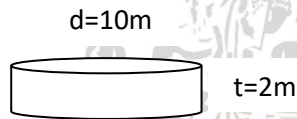
Berdasarkan rumus di atas, jumlah sampel minimal adalah sampel untuk setiap kelompok, oleh karena itu dibutuhkan 32 sampel.

4.2.2 Kriteria Penelitian

Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah bahan *zirconomer* dan GIC yang berbentuk silindris dengan kriteria sebagai berikut:

Kriteria Inklusi

1. Permukaan halus
2. Tidak ada retak
3. Homogen
4. Diameter 10 mm
5. Ketebalan 2 mm
6. *Hard setting*



Gambar 4.1 Bentuk sampel penelitian

Kriteria eksklusi

1. Sampel yang rusak
2. Sampel yang tidak memiliki ukuran diameter 10 mm dan tidak memiliki ketebalan 2 mm.

4.3 Variabel Penelitian

4.3.1 Variabel Bebas

- a. Kekasaran permukaan *Glass Ionomer Cement* setelah perendaman
- b. Kekasaran permukaan *zirconomer* setelah perendaman

4.3.2 Variabel terikat

- a. Perendaman dalam minuman berkarbonasi
- b. Lama waktu perendama

4.3.3 Variabel Terkendali

- a. Prosedur manipulasi bahan
- b. Prosedur pencetakan bahan
- c. Prosedur pengukuran kekasaran permukaan

4.4 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium skill kering fakultas kedokteran gigi, laboratorium biokimia fakultas kedokteran dan laboratorium metrologi industri teknik mesin, Universitas Brawijaya pada bulan Februari 2018.

4.5 Bahan dan Alat/Instrumen penelitian

4.5.1 Bahan Penelitian

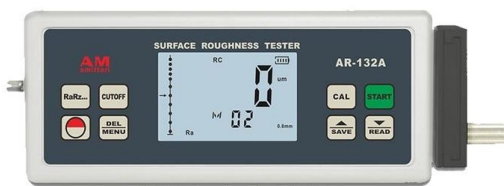
- a. *Glass Ionomer Cement* konvensional
- b. Nano *Glass Ionomer Cement* (*zirconomer*)
- c. Minuman berkarbonasi merk Coca Cola® sebanyak 5 ml per sampel, dengan jumlah 32 sampel maka (5 ml x 32 sampel = 160 ml)

- d. *Artificial saliva* sebanyak 5 ml per sampel, dengan jumlah 32 sampel maka ($5 \text{ ml} \times 32 \text{ sampel} = 160 \text{ ml}$)

- e. Varnish

4.5.2 Alat Penelitian

- a. Spatula gic
- b. *Filling instrument*
- c. *Mixing pad*
- d. *Glass slab*
- e. Pinset
- f. Cotten pellet
- g. *Celluloid strip*
- h. Cincin plastik
- i. Thermometer
- j. Gelas ukur
- k. Inkubator
- l. Wadah plastik
- m. Kertas label
- n. Plastik klip
- o. Kassa
- p. *Surface roughness tester*



Gambar 4.2 *Surface Roughness Tester*

4.6 Definisi Operasional

| Variabel | Definisi | Alat ukur | Skala |
|---|--|----------------------------------|------------------|
| Variabel terikat (kekasaran permukaan <i>glass ionomer cement</i> konvensional) | Kekasaran permukaan merupakan suatu bentuk ketidak keteraturan permukaan pada meterial (Viona dkk., 2016). GIC merupakan material restoratif yang berbahan dasar bubuk kaca silikat dan larutan asam poliakrilat dengan partikel berukuran berukuran 35µm (Mikron, 2017) | <i>surface roughness tester.</i> | skala data rasio |
| Variabel terikat (kekasaran permukaan <i>nano glass ionomer cement</i>) | Kekasaran permukaan merupakan suatu bentuk ketidak keteraturan permukaan pada meterial (Viona dkk., 2016). Nano GIC (<i>zirconomer</i>) merupakan material | <i>surface roughness tester.</i> | skala data rasio |



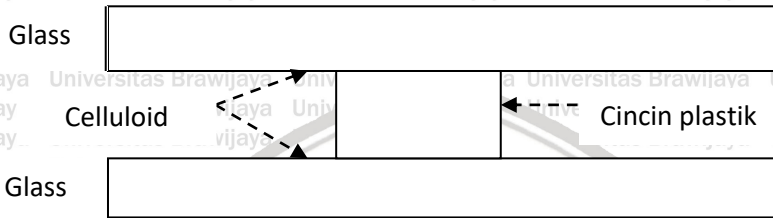
| | | |
|---|---|-------------------------|
| <p>(<i>zirconomer</i>))</p> | <p>restoratif yang berbahan dasar bubuk kaca silikat dan larutan asam poliakrilat dengan modifikasi nano <i>zirconomer</i> partikel berukuran berukuran 8 nm (Shofu, 2015).</p> | |
| <p>Variabel bebas (Perendaman dalam minuman berkarbonasi)</p> | <p>Perendaman merupakan proses menaruh sesuatu di dalam benda cair dalam beberapa waktu (KBBI, 2018). Minuman berkarbonasi adalah minuman ringan nonalkohol yang dibuat dengan melarutkan karbonmonoksida kedalam air minum (Bellis, 2018).</p> | <p>skala data rasio</p> |

4.7 Prosedur Penelitian / Pengumpulan Data

4.7.1 Pembuatan Sampel dari *Glass Ionomer Cement Konvensional*

- a. Menakar bubuk dan cairan sesuai aturan pabrik diatas mixing pad
- b. Melakukan manipulasi dengan menggunakan spatula gic dengan cara powder sebelumnya dibagi menjadi dua bagian. Bagian pertama diaduk dengan liquid hingga homogen, kemudian bagian kedua powder diaduk dengan gerakan melipat hingga konsistensi terlihat kental dan berkilat.
- c. Memasukkan hasil manipulasi gic kedalam cincin plastik yang ditempatkan diatas *glass slab* dan diberi *celluloid strip* menggunakan plastic filling instrument hingga cetakan penuh.
- d. Meletakkan *celluloid strip* di atas hasil cetakan dengan tujuan untuk mendapatkan hasil permukaan gic yang halus dan sempurna.
- e. Meletakkan *glass slab* di atas *celluloid strip*, kemudian ditekan hingga permukaan hasil cetakan rata dan sejajar dengan *glass slab* bagian bawah.
- f. Menunggu hingga 4 menit hingga gic mengeras, kemudian melepaskan *glass slab* dan *celluloid strip* dari sampel dan melepaskan sampel dari cincin plastik.

- g. Mengulasi sampel dengan varnish menggunakan cotton pellet
- h. Meletakkan sampel dalam wadah plastik tertutup, kemudian didiamkan selama 24 jam hingga mencapai *hard setting*.

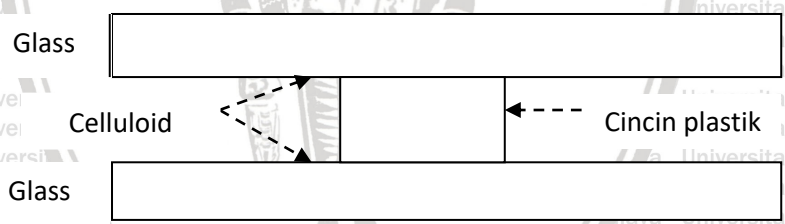


Gambar 4.2 Tampak vertikal proses pencetakan Sampel GIC

4.7.2 Pembuatan Sampel dari Zirconomer

- a. Menakar bubuk dan cairan sesuai aturan pabrik diatas mixing pad
- b. Melakukan manipulasi dengan menggunakan spatula gic dengan cara powder sebelumnya dibagi menjadi dua bagian. Bagian pertama diaduk dengan liquid hingga homogen, kemudian bagian kedua powder diaduk dengan gerakan melipat hingga konsistensi terlihat kental dan berkilat atau *thick putty-like*.
- c. Memasukkan hasil manipulasi gic kedalam cincin plastik yang ditempatkan diatas *glass slab* dan diberi *celluloid strip* menggunakan plastic filling instrument hingga cetakan penuh.

- d. Meletakkan *celluloid strip* di atas hasil cetakan dengan tujuan untuk mendapatkan hasil permukaan gic yang halus dan sempurna.
- e. Meletakkan *glass slab* di atas *celluloid strip*, kemudian ditekan hingga permukaan hasil cetakan rata dan sejajar dengan *glass slab* bagian bawah.
- f. Menunggu hingga 3 menit hingga gic mengeras, kemudian melepaskan *glass slab* dan *celluloid strip* dari sampel dan melepaskan sampel dari cincin plastik.
- g. Mengulasi sampel dengan varnish menggunakan cotton pellet
- h. Meletakkan sampel dalam wadah plastik tertutup, kemudian didiamkan selama 24 jam hingga mencapai *hard setting*.



Gambar 4.3 Tampak vertikal proses pencetakan sampel zirconomer

4.7.3 Perendaman Sampel dalam Saliva Buatan

- a. Setelah seluruh sampel didiamkan selama 24 jam dalam wadah plastik tertutup, seluruh sampel sebelum perlakuan dimasukkan dalam wadah plastik yang berbeda label nomor 1 sampai 32.



- b. Menuangkan saliva buatan sebanyak 5 ml dalam masing-masing wadah plastik kemudian menutup rapat wadah.
- c. Memasukkan seluruh wadah plastik ke dalam inkubator dengan suhu 37°.
- d. Menutup inkubator dan menunggu selama 24 jam, kemudian seluruh sampel dikeluarkan dan ditiriskan hingga kering di atas kasa.
- e. Memasukkan sampel ke dalam wadah plastik sesuai label nomor 1 sampai 32, kemudian di kirim ke Laboratorium Metrologi Industri untuk uji kekasaran permukaan sampel perlakuan (*pre-test*) menggunakan *Surface Roughness Tester*.
- f. Mencatat nilai *Roughness Average* (RA) masing-masing sampel.
- g. Setelah seluruh sampel diuji, kemudian seluruh sampel diberi perlakuan yaitu direndam dalam minuman berkarbonasi dengan durasi berbeda untuk setiap kelompok, 1 kelompok terdiri dari 4 sampel dengan jumlah 8 kelompok dalam wadah berbeda dengan penomoran berurutan.

4.7.3 Prosedur Perendaman dan Perlakuan Sampel

- a. Semua sampel dikelompokkan menjadi delapan kelompok masing-masing kelompok terdiri dari empat sampel. Setiap sampel yang telah didiamkan selama 24 jam kemudian dimasukkan kedalam masing-masing wadah yang telah diberi label 1 sampai 32 dengan direndam dalam saliva buatan

selama 24 jam, kemudian diuji dengan *Surface Roughness Tester*.

b. Mengukur kada keasaman dari minuman berkarbonasi kemudian menuangkan minuman berkarbonasi dalam masing-masing wadah yang telah diberi angka 1 sampai 32 sebanyak 5 ml.

c. Memasukkan seluruh wadah sampel ke dalam inkubator dengan suhu yang telah disesuaikan dan mengganti minuman berkarbonasi dengan yang baru setiap 24 jam.

d. Sampel yang telah mencapai durasi perendaman sesuai durasi waktu setiap kelompok yaitu kelompok 1 dan 5 direndam selama 1 hari, kelompok 2 dan 6 selama 3 hari, kelompok 3 dan 7 selama 5 hari dan kelompok 4 dan 8 selama 7 hari, dikeluarkan dari wadah, kemudian ditiriskan diatas kasa.

e. Memasukkan sampel kedalam plastik klip yang telah diberi angka sesuai dengan nomor sampel

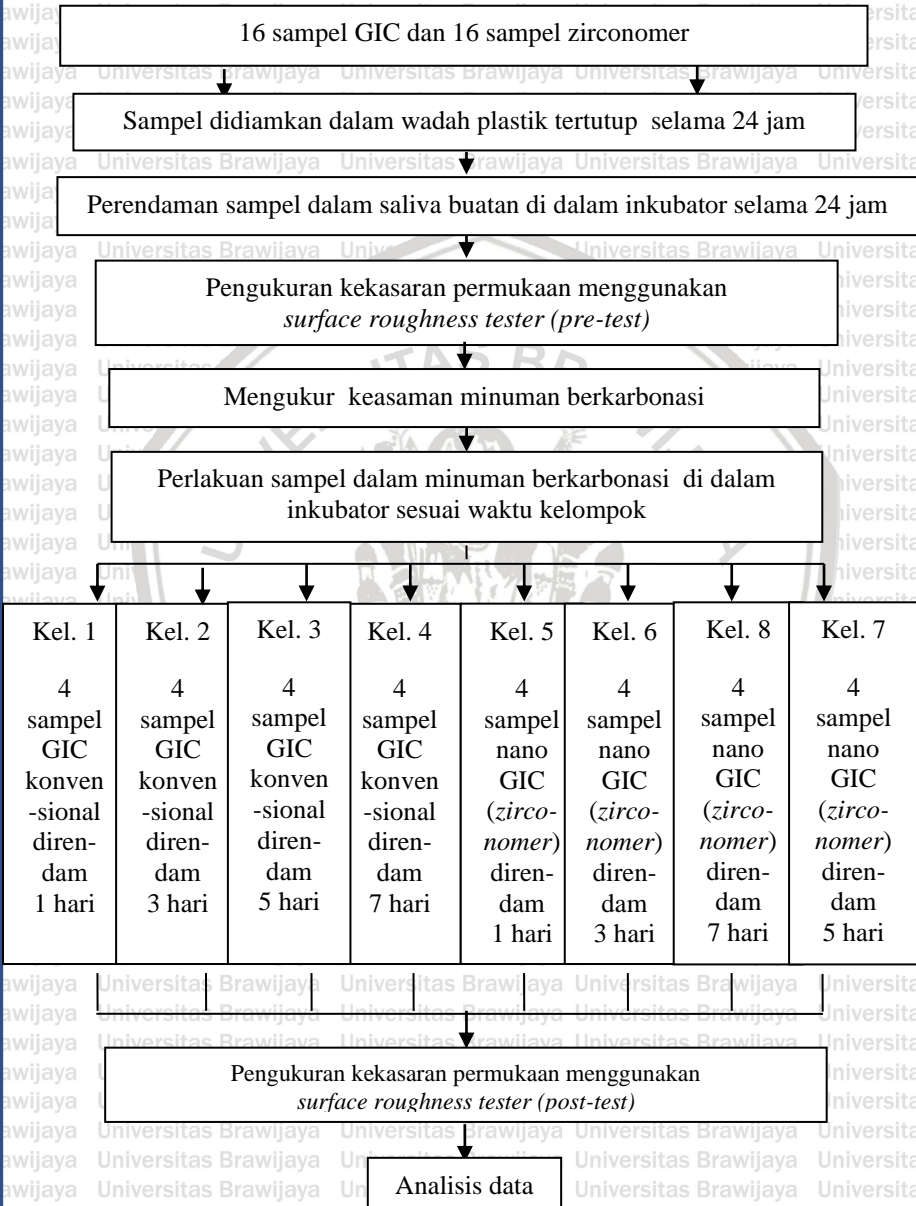
4.7.4 Pengukuran Kekasaran Permukaan

a. Sampel diletakkan diatas *glass slab*.

b. Mengukur kekasaran permukaan sampel secara berurutan sesuai dengan nomor sampel menggunakan *Surface Roughness Tester* untuk memperoleh nilai RA (*Roughness Average of the R-curve*).

c. Mencatat nilai RA pada layar monitor yang tersambung dengan *Surface Roughness Tester*

4.8 Kerangka Operasional Penelitian



4.9 Metode Analisis Data

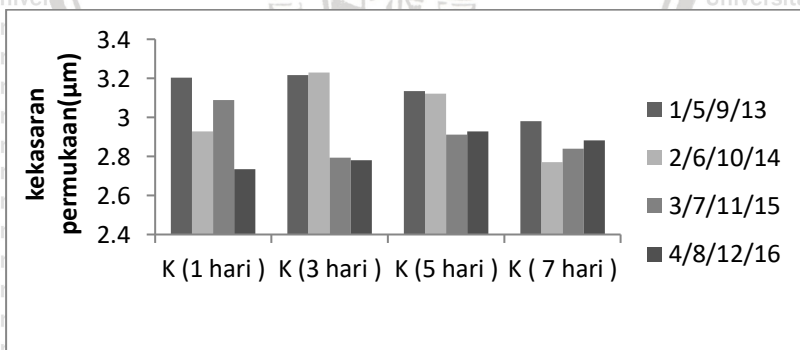
Terlebih dahulu melakukan uji untuk mengetahui distribusi sampel dengan menggunakan uji *shapiro-wilk*, apabila nilai $p > 0.05$ maka seluruh sampel terdistribusi normal. Kemudian melihat homogenitas menggunakan *levene's test*, apabila $p < 0.05$ maka seluruh sampel telah homogen. Kemudian apabila sampel berdistribusi normal dan homogen, dilakukan uji *one way annova* untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan kekasaran pada masing-masing kelompok dari *Glass Ionomer Cement* konvensional dan *zirconomer*. Kemudian untuk melihat perbedaan kekasaran permukaan antara *Glass Ionomer Cement* konvensional dengan nano *zirconomer* dilakukan uji *independent t-test*. Namun, jika sampel tidak berdistribusi normal dan tidak homogen, uji yang digunakan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan perubahan kekasaran permukaan pada masing-masing kelompok dari *Glass Ionomer Cement* konvensional dan *zirconomer* adalah uji *krusskall wallis*. Kemudian dilakukan uji *mann whitney* untuk melihat perbedaan kekasaran permukaan antara *Glass Ionomer Cement* konvensional dengan *zirconomer*.

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Penelitian

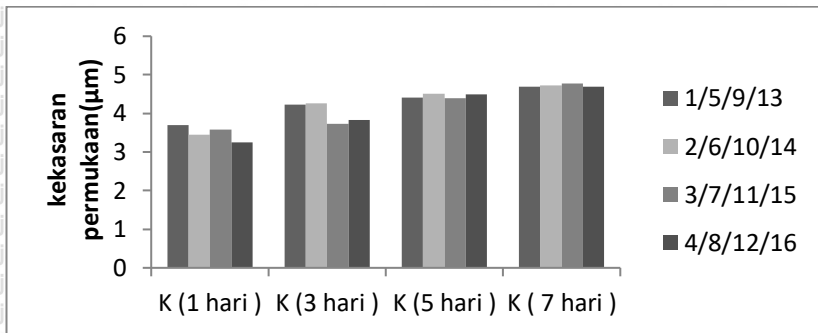
5.1.1 Hasil Penelitian GIC

Sampel GIC terlebih dahulu direndam dalam saliva buatan selama 24 jam, kemudian dilakukan uji kekasaran permukaan menggunakan *surface roughness tester*. Selanjutnya, sampel GIC direndam dalam minuman berkarbonasi selama 1, 3, 5 dan 7 hari sesuai dengan kelompok perlakuannya. Setelah perendaman, dilakukan kembali uji kekasaran permukaan menggunakan *surface roughness tester*. Hasil data nilai kekasaran permukaan GIC setelah perendaman dalam saliva dapat dilihat dalam gambar 5 dan setelah perendaman dalam minuman berkarbonasi dapat dilihat dalam gambar 6 berikut.



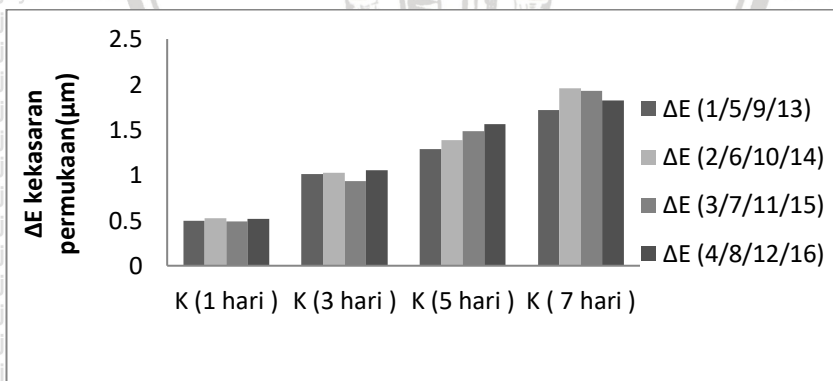
Gambar 5. Diagram Hasil Nilai Kekasaran Permukaan GIC Setelah Perendaman dalam Saliva Buatan





Gambar 6. Diagram Hasil Nilai Kekasaran Permukaan GIC Setelah Perendaman dalam Minuman Berkarbonasi

Selanjutnya, menghitung nilai perubahan kekasaran permukaan (ΔE^*) pada sampel GIC. Nilai perubahan kekasaran permukaan (ΔE^*) sampel GIC dihitung dari data kekasaran permukaan sampel setelah direndam dalam minuman berkarbonasi dikurangi data kekasaran permukaan sampel setelah direndam dalam saliva buatan. Maka didapatkan hasil pada gambar 7 berikut.



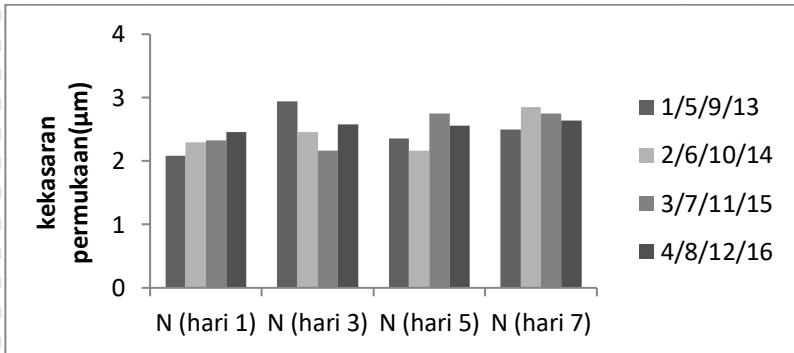
Gambar 7. Diagram Hasil Nilai Perubahan Kekasaran Permukaan GIC

Pada gambar 7 dapat dilihat bahwa nilai perubahan kekasaran permukaan sampel GIC positif dengan rata-rata $1,335\mu\text{m}$. Maka disimpulkan bahwa GIC setelah perendaman dalam minuman berkarbonasi mengalami perubahan permukaan yang semakin kasar.

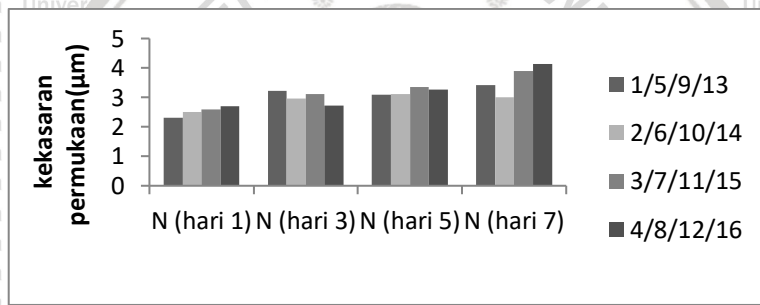
Hasil dari uji normalitas adalah $p\text{-value}$ 0,155 dan hasil uji homogenitas adalah $p\text{-value}$ 0,110 menunjukkan bahwa data berdistribusi normal dan memiliki variasi yang homogen. Hasil uji *one way* adalah $p\text{-value}$ 0,000 perbedaan yang signifikan antara setiap kelompok didapatkan jika $p < 0,05$. Maka disimpulkan bahwa terdapat perbedaan perubahan permukaan kekasaran yang signifikan pada ke empat kelompok GIC.

5.1.2 Hasil Penelitian *Zirconomer*

Sampel *zirconomer* terlebih dahulu direndam dalam salivabuatan selama 24 jam, kemudian dilakukan uji kekasaran permukaan menggunakan *surface roughness tester*. Selanjutnya, sampel *zirconomer* direndam dalam minuman berkarbonasi selama 1, 3, 5 dan 7 hari sesuai dengan kelompok perlakuannya. Setelah perendaman, dilakukan kembali uji kekasaran permukaan menggunakan *surface roughness tester*. Hasil data nilai kekasaran permukaan *zirconomer* setelah perendaman dalam saliva dapat dilihat dalam gambar 8 dan setelah perendaman dalam minuman berkarbonasi dapat dilihat dalam gambar 9 berikut.

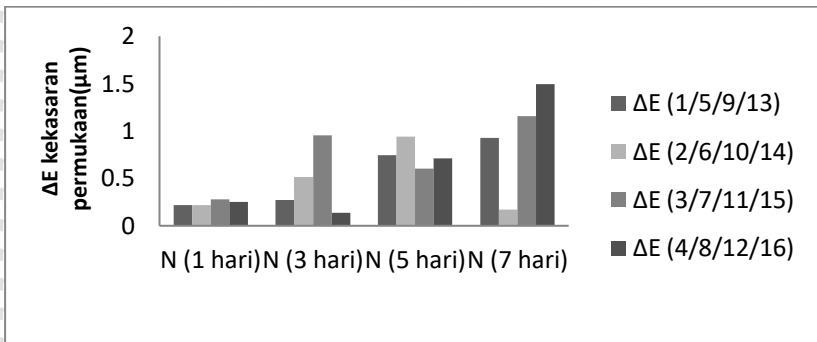


Gambar 8. Diagram Hasil Nilai Kekasaran Permukaan Zirconomer Setelah Perendaman dalam Saliva Buatan



Gambar 9. Diagram Hasil Nilai Kekasaran Permukaan Zirconomer Setelah Perendaman dalam Minuman Berkarbonasi

Selanjutnya, menghitung nilai perubahan kekasaran permukaan (ΔE^*) pada sampel zirconomer. Perubahan kekasaran permukaan sampel GIC dihitung (ΔE^*) dari nilai kekasaran permukaan sampel setelah direndam dalam minuman berkarbonasi dan nilai kekasaran permukaan sampel setelah direndam dalam saliva buatan. Maka didapatkan hasil pada gambar 10 berikut.



Gambar 10. Diagram Hasil Nilai Perubahan Kekasaran Permukaan *Zirconomer*

Pada gambar 10 dapat dilihat bahwa kisaran perubahan kekasaran permukaan sampel *zirconomer* adalah positif dengan rata-rata $0,375\mu\text{m}$. Maka disimpulkan bahwa *zirconomer* setelah perendaman dalam minuman berkarbonasi mengalami perubahan permukaan yang semakin kasar.

Hasil dari uji normalitas adalah *p-value* 0,089 dan hasil uji homogenitas adalah *p-value* 0,088 menunjukkan bahwa data berdistribusi normal dan memiliki variasi yang homogen. Hasil uji *one way* adalah *p-value* 0,061 perbedaan yang signifikan antara setiap kelompok didapatkan jika $p < 0,05$. Maka disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan perubahan permukaan kekasaran yang signifikan pada ke empat kelompok *zirconomer*.

5.2 Analisis Data

Data uji perubahan kekasaran permukaan pada GIC dan *zirconomer* kemudian dilakukan analisis statistika menggunakan

tingkat kepercayaan 95% atau $\alpha=0,05$. Analisis data pertama adalah menguji normalitas data menggunakan uji *saphori-wilk* karena jumlah data <50 kemudian uji homogenitas menggunakan uji *levene test*. Jika analisis data didapatkan data berdistribusi normal dan homogen maka digunakan uji *independent t-test* untuk melihat perbedaan perubahan kekasaran permukaan antara GIC dengan *zirconomer*. Namun, apabila data tidak berdistribusi normal atau tidak homogen maka menggunakan uji *mann whitney* untuk melihat perbedaan perubahan kekasaran antara GIC dengan *zirconomer*.

5.2.1 Statistik Analitik GIC dan *Zirconomer*

5.2.1.1 Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui distribusi data normal atau tidak. Uji normalitas dilakukan dengan uji *shapiro-wilk* karena data kurang dari 50. Data berdistribusi normal apabila nilai signifikan $p > 0,05$. Hasil uji normalitas yang didapatkan adalah p -value 0,066 yang menunjukkan nilai signifikan $p > 0,05$. Maka dapat disimpulkan bahwa data berdistribusi normal.

5.2.1.2 Uji Homogenitas

Uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui data memiliki variasi yang sama atau tidak. Uji homogenitas dilakukan dengan uji *levene test*. Data memiliki variasi yang sama apabila nilai signifikan $p > 0,05$. Hasil uji homogenitas yang didapatkan adalah p -value 0,224 yang menunjukkan nilai signifikan $p > 0,05$. Maka dapat disimpulkan bahwa data memiliki variasi yang sama.

5.2.1.3 Uji *Independent T-test*

Hasil dari uji normalitas dan uji homogenitas menunjukkan bahwa data berdistribusi normal dan memiliki variasi yang homogen. Uji *independent t-test* dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan perubahan kekasaran permukaan yang signifikan antara GIC dengan *zirconomer*. Perbedaan yang signifikan didapatkan jika $p < 0,05$. *Mean* pada data dari *zirconomer* adalah 0,5994 dan *mean* pada data GIC adalah 1,1986. Kemudian didapatkan selisih antara *mean* GIC dengan *zirconomer* $-0,5992$.

Hasil *mean* yang negatif menunjukkan bahwa perubahan kekasaran permukaan pada GIC lebih besar daripada pada *zirconomer*. Hasil selisih *mean* kemudian di uji *independent t-test* untuk melihat apakah terdapat perbedaan perubahan kekasaran permukaan yang signifikan antara GIC dengan *zirconomer*. Hasil uji *independent t-test* adalah *p-value* 0,001 yang menunjukkan bahwa $p < 0,05$. Maka disimpulkan bahwa terdapat perbedaan perubahan permukaan kekasaran yang signifikan antara GIC dengan *zirconomer*.

5.3 Pembahasan

Kekasaran permukaan merupakan keadaan dari ketidakraturan pada permukaan material. Minuman berkarbonasi merupakan salah satu penyebab terjadinya perubahan kekasaran permukaan pada enamel dan permukaan material restoratif. Kekasaran permukaan yang semakin besar dapat memudahkan kolonasi bakteri yang dapat menyebabkan terbentuknya plak pada material restoratif. Hal

tersebut dapat menyebabkan terjadinya karies sekunder dan radang periodontal (Hamouda dkk, 2016).

Hasil uji statistik pada GIC menyatakan bahwa terdapat perbedaan perubahan kekasaran permukaan yang signifikan antara perendaman minuman berkarbonasi selama 1 hari dengan perendaman minuman berkarbonasi selama 3, 5, dan 7 hari. Hasil uji statistika pada *zirconomer* menyatakan bahwa tidak didapatkan perbedaan perubahan kekasaran yang signifikan antara perendaman minuman berkarbonasi selama 1 hari dengan perendaman minuman berkarbonasi selama 3, 5, dan 7 hari. Hal ini menunjukkan bahwa lamanya durasi perendaman minuman berkarbonasi mempengaruhi perbedaan perubahan kekasaran permukaan sampel GIC dan pada *zirconomer* lamanya durasi perendaman minuman berkarbonasi tidak mempengaruhi perbedaan perubahan kekasaran permukaan secara signifikan pada sampel *zirconomer*. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Bajwa dkk (2014) yang menyatakan bahwa lamanya durasi perendaman sampel dalam minuman berkarbonasi mempengaruhi tingkat kekasaran permukaan GIC dan menyatakan bahwa minuman berkarbonasi merupakan minuman bersifat asam rendah dengan $\text{pH} \pm 2,5$ menyebabkan terjadinya erosi pada GIC yang berakibat meningkatnya perbedaan perubahan kekasaran permukaan pada GIC (Bajwa dkk, 2014). Ion hidrogen dari minuman berkarbonasi akan mengikat kation pada GIC kemudian kation tersebut terlepas dari GIC dan menyebabkan terbentuknya pori-pori (Hamouda dkk, 2016). Kalkulus dan debris yang menempel pada

restorasi dapat menyerap bahan kimia dari minuman ringan seperti minuman berkarbonasi yang dapat menyebabkan terjadinya eksposur terus-menerus dan terbentuklah kekasaran permukaan tumpatan yang terus meningkat (Khurram dkk,2017). *Zirconomer* memiliki bahan dasar partikel nano sehingga memiliki sifat yang lebih tahan terhadap erosi dibandingkan dengan GIC (Bala dkk., 2012). Sehingga pada penelitian ini lamanya durasi perendaman tidak mempengaruhi perbedaan perubahan kekasaran permukaan *zirconomer* secara signifikan.

Pada gambar 10 perubahan kekasaran permukaan pada sampel 6 pada kelompok perendaman selama 3 hari dan sampel 14 pada kelompok perendaman selama 7 hari menunjukkan bahwa perubahan yang terjadi hanya sedikit tidak sesuai dengan keadaan sampel lain yang ada pada kelompok tersebut. Pada penelitian ini hal tersebut dapat dipengaruhi oleh cara pencampuran GIC yang kurang tepat atau penakaran rasio antara bubuk dan larutan GIC yang kurang tepat. Sesuai dengan pernyataan Sidhu (2016) bahwa sifat fisik dari GIC yaitu kekuatan dan kelarutannya dapat dipengaruhi oleh cara pencampuran GIC, penakaran rasio dan bubuk GIC, konsentrasi dari poliasid, ukuran partikel bubuk kaca, dan usia spesimen.

Data penelitian nilai rata-rata perubahan kekasaran permukaan dari GIC lebih besar dibandingkan dengan nilai rata-rata kekasaran pada *zirconomer*, kemudian nilai rata-rata pada GIC dan *zirconomer* dilakukan uji *independen t-test*. Hasil dari uji *independen t-test*

antara GIC dengan *zirconomer* didapatkan hasil perbedaan perubahan kekasaran yang signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa ukuran bahan dasar pengisi pada GIC dan *zirconomer* mempengaruhi perbedaan kekasaran permukaan. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Bala dkk (2012) yang menyatakan bahwa perbedaan perubahan kekasaran permukaan pada GIC akibat erosi dapat dipengaruhi oleh jenis bahan pengisi. Hamouda dkk (2016) juga membuktikan bahwa ukuran partikel pada material restoratif dapat mempengaruhi kehalusan permukaan tumpatan, semakin halus mikroporositas permukaan tumpatan maka semakin tahan permukaan material restoratif terhadap erosi. *Zirconomer* yang memiliki nilai perubahan kekasaran lebih sedikit disebabkan karena ukuran partikel GIC yang lebih kecil yaitu satuan nano. GIC dengan partikel ukuran nano menyebabkan *zirconomer* memiliki ikatan molekul dan atom yang lebih stabil dan mikroporositas yang lebih halus dibandingkan dengan GIC (Subramani, 2012).

Berdasarkan penelitian ini maka dapat disimpulkan bahwa hipotesis penelitian dapat diterima karena terdapat perbedaan perubahan kekasaran permukaan antara GIC dengan *zirconomer* setelah perendaman dalam minuman berkarbonasi dengan perubahan kekasaran permukaan pada *zirconomer* yang lebih sedikit dibandingkan dengan GIC.

BAB VI**KESIMPULAN DAN SARAN****6.1 Kesimpulan**

1. Terdapat perbedaan perubahan kekasaran permukaan GIC secara signifikan setelah perendaman dalam minuman berkarbonasi selama 1 hari, 3 hari, 5 hari, dan 7 hari ($p < 0,05$).
2. Tidak terdapat perbedaan perubahan kekasaran permukaan *zirconomer* secara signifikan setelah perendaman dalam minuman berkarbonasi selama 1 hari, 3 hari, 5 hari, dan 7 hari ($p < 0,05$).
3. Setelah perendaman dalam minuman berkarbonasi terdapat perbedaan perubahan kekasaran permukaan pada GIC lebih tinggi dibandingkan dengan perubahan kekasaran permukaan *zirconomer* dengan hasil bermakna ($p < 0,05$).

6.2 Saran

1. Pada pasien pengguna tumpatan GIC dapat diinformasikan bahwa minuman berkarbonasi tidak baik untuk diminum secara rutin, karena dapat menyebabkan perubahan kekasaran permukaan GIC yang dapat menyebabkan karies sekunder dan penyakit periodontitis.



2. Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai perubahan kekasaran permukaan dengan sampel yang lebih banyak untuk hasil tepat dan akurat pada nano GIC (*zirconomer*).
3. Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai kelebihan dan kekurangan dari sifat nano GIC (*zirconomeri*) jika dibandingkan dengan GIC lainnya.



DAFTAR PUSTAKA

- Abdulsamee, Nagy and Elkhadem, A.H. 2017. *Zirconomer and Zirconomer Improved (White Amalgam): Restorative Material for the Future. Review. ECDental Science* 15.4 (2017): 134-150
- Albers, H.F., 2002, *Tooth - Colored Restoratives: Principles and Techniques*, 9th ed., BC Decker Inc., Canada.
- Aljanham, A. 2011. *In-Vitro Wear And Hardness Of New Conventional Glass Ionomer Cement Coated With Nano-Filled Resin. Journal Material*. Indiana University School of Dentistry
- Bajwa, Navroop K and Pathak, Anuradha. 2014. *Change in Surface Roughness of Esthetic Restorative Material after Exposure to Different Immersion Regimes in a Cola Drink: Research Article*. India: Hindawi Publishing Corporation
- Bala O., Arisu HD., Yikilgan I., Arslan S., Gullu A. 2012. *Evaluation of Surface Roughness and Hardness of Different Glass Ionomer Cements*. *European Journal of Dentistry*. January 2012-Vol.6
- Bellis, Mary. *The History of Soda Pop and Carbonated Beverages: Public Article*. 2018. New York: ThoughtCo.
- Diansari V, Diana SN, Cindy M. Evaluasi Kekasaran Permukaan Glass Ionomer Cement (GIC) Konvensional Setelah Perendaman Dalam Minuman Berkarbonasi. *Maj. Ked. Gigi. (Dent. J.)* 2016; 8(2):111-116.
- Fabio A., Rafael S., Juliana F., Gisele M., Carla C., Adilson Y. *Indications And Restorative Techniques For Glass Ionomer*

Cement: Literature Review Article. Electronic version: 1984-5685 RSBO. 2015 Jan-Mar;12(1):79-87

Hamouda IM, *Effect of various beverage on hardness, roughness, and solubility of esthetic restorative material*. J Esthet Restor Dent. 2011. Oct;23(5):315-22

Hamouda IM., Ibrahim DA., Alwakeel EE. 2016. *Influence of Sport Beverages on the Properties of Dental Restorative Glass Ionomers*. Int J dent Oral Health 2(2)

Khurram M., Zafar KJ., Qaisar A., Atiq T., Khan SA. 2017. *Restorative Dental Material; A Comparative Evaluation of Surface Microhardness of Three Restorative Materials When Exposed to Acidic Beverages*. Professional Med J 2018;25(1):140-149. DOI: 10.29309/TPMJ/18.4230

Khurushid, Z., Zafar, M., Qasim, S., Shahab, S., Naseem, M., Abu Reqaiba, A. *Advances in Nanotechnology for Restorative Dentistry*. Journal Materials.2015, 8, 717-731.

Kregeil, Dorota. 2015. *Health Safety Of Soft Drinks: Contents, Containers, And Microorganisms: Review Article*. Faculty of Biotechnology and Food Sciences, Lodz University of Technology, Poland.

McCabe, J. F. & Walls, A. W., 2011. *Bahan Kedokteran Gigi*. Edisi 9 penyunt. Jakarta: EGC.

Prayogo, Oginawa R. *Industri/Manufaktur Konsumsi Minuman Soda di Indonesia: Publik Artikel*. 2012. Jakarta: Kontan News

RISKESDAS. 2013. *Riset Kesehatan Dasar 2013*. Jakarta : Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Kementerian Kesehatan RI.



Santoso, ira. 2017. Perbedaan Perubahan Warna antara GIC Konvensional dengan GIC Nano setelah Perendaman Minuman Berkarbonasi.

Shofu. *Zirconomer Improved*. 2015. Singapore: internal data

Sidhu, Sharanbir K and Nicholson, John W. 2016. *A Riview of Glass-Ionomer Cement for Clinic Dentistry*. J Funct Biomater. 2016 Sep; 7(3): 16.

Singh M, Suresh P, Sandhyarani J, Sravanti. *Glass Ionomer Cements (GIC) in : A Review*. Int J Plant Animal Environ Sci 2011, 1, 22-30

Stephen J, Bonsor., Gavin J, Peason. 2013. *A Clinical Guide Application Dental Materials*. Elsevier

Subramani, Kathikeyan dan Ahmed, waqar. 2012. *Emerging Nanotechnologies in Dentistry : Materials, Processes And Applications (Micro & Nanotechnologies Series)*. Wyman Street, Waltham, USA : Elsevier.

WHO. 2018. *Global Oral health Data Bank*. Geneva : Office of Information