repository.ub.ac.id

PERBEDAAN NILAI KEKERASAN PERMUKAAN ANTARA *RESIN-BASED SEALANT* DAN *RESIN-MODIFIED GLASS IONOMER SEALANT* SETELAH PERENDAMAN DALAM MINUMAN RINGAN

SKRIPSI

UNTUK MEMENUHI PERSYARATAN MEMPEROLEH GELAR SARJANA KEDOKTERAN GIGI

Oleh:
Annafsa Zaky Rahmi
145070400111023

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

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PERSETUJUAN ii
HALAMAN PENGESAHAN iii
PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI iv
KATA PENGANTAR v
ABSTRAK vii
ABSTRACT viii
DAFTAR ISI ix
DAFTAR TABEL xii
DAFTAR GAMBAR xiii
DAFTAR LAMPIRAN xiv
DAFTAR SINGKATAN xv

BAB
I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.3.1 Tujuan Umum 3
1.3.2 Tujuan Khusus 3
1.4 Manfaat Penelitian 4
1.4.1 Manfaat Akademis 4
1.4.2 Manfaat Praktis 4

II TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1 *Fissure Sealant* 5
2.1.1 Indikasi dan Kontraindikasi *Fissure Sealant* 5
2.1.2 Macam Bahan *Fissure Sealant* 6
2.1.3 *Resin-based Sealant* 6
2.1.3.1 Komposisi *Resin-based Sealant* 7
2.1.3.2 Prosedur Aplikasi *Resin-based Sealant* 7
2.1.3.3 Pengerasan *Resin-based Sealant* 8
2.1.3.4 Sifat *Resin-based Sealant* 10
2.1.4 *Resin Modified Glass Ionomer sealant* 11
2.1.4.1 Komposisi RMGIC *sealant* 11
2.1.4.2 Prosedur Aplikasi RMGIC *sealant* 11
2.1.4.3 Pengerasan RMGIC *sealant* 13

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
Universitas Brawijaya

2.1.4.4 Sifat RMGIC *sealant* 13
2.2 Minuman Ringan 14
2.2.1 Komposisi Minuman Ringan 14
2.3 Pengaruh Minuman Ringan terhadap Kekerasan Permukaan 15
2.4 Kekerasan Permukaan 17
2.4.1 Uji Kekerasan Vickers 18
2.4.1.1 Metode Operasional 19

III KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS 20
3.1 Kerangka Konsep 20
3.2 Hipotesis 22

IV METODE PENELITIAN 23
4.1 Rancangan dan Desain Penelitian 23
4.2 Sampel Penelitian 23
4.2.1 Jumlah Sampel 23
4.2.2 Kriteria Sampel Penelitian 24
4.3 Variabel Penelitian 25
4.3.1 Variabel Bebas 25
4.3.2 Variabel Terikat 25
4.4 Lokasi dan Waktu Penelitian 25
4.5 Bahan dan Alat/Instrumen Penelitian 26
4.5.1 Bahan dan Alat untuk Manipulasi *Resin-based Sealant* 26
4.5.2 Bahan dan Alat untuk Manipulasi RMGIC 26
4.5.3 Bahan dan Alat untuk Perendaman 26
4.5.4 Bahan dan Alat untuk Uji Kekerasan 27
4.6 Definisi Operasional 28
4.7 Prosedur Penelitian/Pengumpulan Data 35
4.7.1 Pembuatan Sampel 35
4.7.1.1 Pembuatan Sampel *Resin-based Sealant* 35
4.7.1.2 Pembuatan Sampel RMGIC *sealant* 36
4.7.2 Uji Kekerasan Permukaan 36
4.7.3 Perendaman dalam Minuman Ringan 37
4.8 Kerangka Operasional Penelitian 39
4.9 Analisis Data 41

V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN
5.1 Hasil Penelitian 42
5.1.1 Hasil Uji Kekerasan Permukaan *Resin-based Sealant*. 42
5.1.2 Hasil Uji Kekerasan Permukaan RMGIC *Sealant* ... 43
5.1.3 Hasil Uji Kekerasan Permukaan *Resin-based Sealant* dan RMGIC *sealant* 45
5.2 Analisis Data 46
5.2.1 Uji Normalitas Data 46
5.2.2 Uji Homogenitas Ragam 46
5.2.3 Uji One-Way ANOVA 46
5.2.4 Uji Post Hoc 47
5.3 Pembahasan 48

VI PENUTUP 52
6.1 Kesimpulan 52
6.2 Saran 52

DAFTAR PUSTAKA 53

LAMPIRAN 58

DAFTAR TABEL

No.	Judul Tabel	Hal.
2.1	Prosedur RMGIC	12
4.1	Definisi Operasional	28
5.1	Hasil perhitungan rerata kekerasan *resin-based sealant*	43
5.2	Hasil perhitungan rerata kekerasan RMGIC *sealant*	44
5.3	Hasil perhitungan rerata kekerasan permukaan *resin-based sealant* dan RMGIC *sealant*	45

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul Gambar	Hal.
2.1	Prosedur Aplikasi Resin-based Sealant	8
2.2	Bentuk Ujung Indentor	18
4.1	Desain Sampel	23
4.2	Eseway Micro-Vickers Hardness Tester EW-412AAT	27
4.3	BioSeal Biodinamica	35
4.4	GC Fuji II LC	36
5.1	Grafik kekerasan permukaan *resin-based sealant*	43
5.2	Grafik kekerasan permukaan RMGIC *sealant*	44
5.3	Perbandingan rata-rata nilai kekerasan permukaan *resin-based sealant* dan RMGIC *sealant*	45

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1. Hasil Uji Statistik 58
Lampiran 2. Foto Alat dan Bahan Penelitian 68
Lampiran 3. Hasil Uji Kekerasan Vickers 70

DAFTAR SINGKATAN, SIMBOL, DAN ISTILAH

AAPD	American Academy of Pediatric Dentistry
Al	Aluminum
ARBS	Auto-polymerizing Resin-Based Sealant
BDP	Biodinamica Dental Product
BHT	Butylated hyroxy toulene
Bis-GMA	Bisphenol A-glycidyl methacrilate
Ca	Calcium
DPH	Diamond Pyramid Hardness
FMS	Face Make over and Smile Clinic
FRBS	Fluoride-Releasing Resin-Based Sealant
GIC	Glass ionomer cement
HEMA	*2-hydroxyethylmethacrylate*
HVN	Vickers Hardness Number
kg	Kilogram
LRBS	Light-polymerizing Resin-Based Sealant
mm	Milimeter
mL	Mililiter
MPa	Megapascal
Na	Natrium
nm	Nanometer
ppm	Parts per million
RISKESDAS	Riset Kesehatan Dasar Republik Indonesia
RMGIC	Resin-modified Glass Ionomer
TEGDMA	*Triethylene glycol dimetharylate*
UDMA	*Urethane Dimethacrylate*
ym	Yoctometer
µm	Mikrometer

ABSTRAK

Rahmi, Annafsa Zaky. 2019. Perbedaan Nilai Kekerasan Permukaan antara *Resin-based Sealant* dan *Resin-modified Glass Ionomer Sealant* Setelah Perendaman dalam Minuman Ringan. Skripsi, Program Studi Sarjana Kedokteran Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Brawijaya, Malang. Pembimbing: (1) drg. Dini Rachmawati, Sp. KGA. (2) drg. Trining Widodorini, M.Kes.

Karies pada ceruk dan fisur gigi permanen memiliki angka kejadian hingga 80-90%. *Fissure sealant* mempunyai peran penting dalam mencegah karies pada ceruk dan fisur gigi yang dalam. Resin merupakan satu bahan yang dapat digunakan sebagai *fissure sealant*, di antaranya adalah *resin-based sealant* dan *resin-modified glass ionomer sealant* (RMGIC). Aktivitas asam dalam minuman ringan dapat mempengaruhi kekerasan bahan restorasi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan niali kekerasan permukaan *resin-based sealant* dan RMGIC setelah perendaman dalam minuman ringan. Metode penelitian yang digunakan adalah *pretest-post test control group design*. Objek penelitian ini berjumlah 24 sampel yang terdiri dari 12 sampel *resin-based sealant* dan 12 sampel RMGIC, dan dibagi menjadi 6 kelompok, yaitu 2 kelompok kontrol yang direndam dalam akuades dan 4 kelompok perlakuan yang masing-masing direndam dalam minuman ringan dari merk yang berbeda dalam waktu 2 menit setiap hari selama 21 hari. Analisis data menggunakan uji *One-way ANOVA* menunjukkan nilai signifikansi 0,0 yang menandakan adanya perbedaan signifikan antara nilai kekerasan *resin-based sealant* dan RMGIC ($p<0,05$). Kesimpulan dari penelitian ini yaitu nilai kekerasan RMGIC lebih tinggi daripada *resin-based sealant* setelah perendaman dalam minuman ringan, yaitu 15,73 HVN sedangkan resin-based sealant memiliki nilai kekerasan 7,13 HVN pada hari ke-21.

Kata kunci: *resin-based sealant*, RMGIC, nilai kekerasan, minuman ringan.

repository.ub.ac.id

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

ABSTRACT

Rahmi, Annafsa Zaky. 2019. The Difference between Surface Microhardness of Resin-based Sealant and Resin-modified Glass Ionomer Sealant After Immersion in Soft Drink. Bachelor Thesis, Faculty of Dentistry, Brawijaya University, Malang. Supervisors: (1) drg. Dini Rachmawati, Sp. KGA. (2) drg. Trining Widodorini, M.Kes.

Pit-and-fissure caries accounts for 80-90% of total caries occurrence. Fissure sealant has an important role to prevent caries in deep pit and fissure. Resin is one of the material that being used for fissure sealant, among them are resin-based sealant and glass ionomer sealant (RMGIC). Acid activity in soft drinks can cause deterioration of surface hardness of the restorative material. The aim of this research is to find the difference between surface microhardness of resin-based sealant and RMGIC after immersion in soft drinks. The method of this research is pretest-post test control group design. The objects that being used in this research are 24 samples that consist of 12 samples of resin-based sealant and 12 samples of RMGIC. The samples are divided into 6 groups, which are two control groups that immersed in the distilled water, and four treatment groups that immersed in different brand of soft drink for 2 minutes every day for 21 days. The data that were analyzed using One-way ANOVA show 0,0 value,meaning there's a significat difference between resin-based sealant and RMGIC ($p<0,005$). The conclusion of this research is RMGIC has a higher value of surface hardness comparing to resin-based sealant after immersion in soft drinks.

Keywords: resin-based sealant, RMGIC, surface hardness, soft drink.

repository.ub.ac.id

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Karies adalah penyakit tidak menular yang terjadi paling banyak di dunia (WHO, 2017). Hasil Riset Kesehatan Dasar Republik Indonesia pada tahun 2018 menyatakan sebesar 88,8% penduduk Indonesia mengalami karies (RISKESDAS, 2018). Berdasarkan hasil karakteristik survei kesehatan yang dikutip dari Suciari pada tahun 2015, prevalensi karies gigi menurut kelompok usianya, usia 3 tahun (80%), usia 4 tahun (85%), dan usia 5 tahun (86,4%). Prevalensi karies pada anak akan terus meningkat seiring bertambahnya umur. Anak usia 6 tahun telah mengalami karies pada gigi tetapnya sebanyak 20%, meningkat 60% pada usia 8 tahun, 85% pada 10 tahun, dan 90% pada usia 12 tahun (Ningsih dkk., 2016).

Karies cenderung terjadi lebih banyak di ceruk dan fisur gigi yang dalam dan sempit. Angka terjadinya karies di ceruk dan fisur gigi pada gigi permanen mencapai 80-90%, sedangkan untuk gigi sulung mencapai angka 44%. Hal ini disebabkan oleh kompleksitas morfologi dari permukaan ceruk dan fisur gigi yang dapat mengakibatkan peningkatan akumulasi plak dan penurunan tingkat proteksi terhadap karies. Akumulasi plak dan kerentanan terhadap karies menjadi lebih tinggi selama erupsi gigi molar (Sreedevi and Mohamed, 2018).

Fissure sealant diaplikasikan dengan tujuan untuk menutupi ceruk dan fisur gigi yang dalam. *Fissure sealant* dapat dibagi empat tipe, yaitu *resin-based sealant, glass ionomer cement-based sealant, polyacid-modified resin-based sealant*, dan *resin-modified glass ionomer sealant*. Pembagian klasifikasi *fissure sealant* didasarkan pada bahan yang digunakan (AAPD, 2016).

Resin-based sealant dapat berbahan UDMA atau bis-GMA yang dipolimerisasi baik oleh aktivator kimia maupun sinar dengan panjang gelombang dan intensitas spesifik (AAPD, 2016). *Resin-based sealant* terdiri atas komponen yang hampir sama dengan bahan restorasi resin komposit. *Resin-based sealant* memiliki viskositas

yang rendah sehingga memiliki kemudahan mengalir yang baik, sifat kebasahan yang baik, dan sifat fisik serta mekanis yang superior (Kavaloglu and Sandalli, 2007).

Resin modified glass ionomer merupakan tipe *fissure sealant* yang terdiri dari hidroksietilenmetakrilat (HEMA) yang dimasukkan ke dalam asam poliakrilat. *Resin modified glass ionomer* (RMGIC) memiliki resistensi terhadap keausan yang lebih baik, resistensi terhadap kelembapan yang lebih tinggi, ketangguhan terhadap retak yang lebih tinggi, serta waktu kerja yang lebih panjang. RMGIC memiliki kualitas yang sangat baik, seperti sifat kebahasan optimal dan resistensi terhadap abrasi. Sifat pelepasan fluor juga optimal (Malek et al., 2017).

Perkembangan dan kemajuan di bidang kedokteran gigi membuat bahan-bahan restoratif dan preventif memiliki lebih banyak kelebihan dalam sifat mekanis, tetapi lingkungan dalam mulut menyebabkan banyak kondisi merugikan yang dapat menurunkan integritas dalam jangka waktu lama (Choudhary et al., 2017). Salah satu faktor yang menyebabkan penurunan integritas bahan restoratif dan preventif adalah pH. Beberapa studi telah menunjukkan bahwa aktivitas asam dalam makanan atau minuman ringan yang dikonsumsi dapat mempengaruhi kekerasan permukaan dan ketahanan bahan restorasi dalam jangka waktu panjang (Tuncer et al., 2013).

Minuman ringan merupakan salah satu minuman yang sering dikonsumsi anak-anak. Studi pada tahun 2008 menyebutkan bahwa konsumsi minuman ringan telah meningkat sebanyak 300% dalam kurun waktu 20 tahun terakhir dan 56-85% dari anak sekolah mengonsumsi minuman ringan setidaknya satu kali sehari (Harrington, 2008). Asosiasi Minuman Ringan Indonesia (ASRIM) menyebutkan bahwa salah satu minuman ringan yang paling disukai adalah jenis minuman rasa buah, seperti Buavita, Marimas, dan Nutrisari (Akhriani dkk., 2016). Merek Nutrisari merupakan pemimpin pasar dengan persentase 79,0% sedangkan Marimas mengikuti dengan persentase 16,0% pada tahun 2014 (Sulistyarianto, 2015).

Penelitian sebelumnya yang telah dilakukan banyak meneliti efek berbagai jenis minuman ringan terhadap bahan restorasi, tapi tidak banyak penelitian tentang efek minuman ringan terhadap *fissure sealant*. Hal itu menyebabkan peneliti ingin mengetahui efek minuman ringan yang sering dikonsumsi anak yaitu Nutrisari terhadap kekerasaan permukaan *fissure sealant*, dalam hal ini adalah *resin-based sealant* dan *resin modified glass ionomer-based sealant*.

1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan uraian di atas, permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah "Apakah terdapat perbedaan nilai kekerasan permukaan antara *resin-based sealant* dan *resin modified glass ionomer sealant* setelah perendaman dalam minuman ringan?"

1.3 Tujuan penelitian

1.3.1 Tujuan umum

Mengetahui perbedaan nilai kekerasan permukaan antara *resin-based sealant* dan *resin modified glass ionomer sealant* setelah perendaman dalam minuman ringan.

1.3.2 Tujuan khusus

1. Mengetahui nilai kekerasaan permukaan *resin-based sealant* setelah perendaman dalam minuman ringan.
2. Mengetahui nilai kekerasaan permukaan *resin modified glass ionomer sealant* setelah perendaman dalam minuman ringan.
3. Menganalisis perbedaan nilai kekerasaan permukaan antara *resin-based sealant* dan *resin modified glass ionomer sealant* setelah perendaman dalam minuman ringan.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Akademis

Diharapkan hasil penelitian ini dapat bermanfaat sebagai dasar penelitian selanjutnya di bidang kedokteran gigi, khususnya dalam hal perbedaan nilai kekerasaan permukaan *resin-based sealant* dan *resin modified glass ionomer sealant* terhadap jenis minuman ringan lainnya.

1.4.2 Manfaat Praktis

Diharapkan hasil penelitian ini dapat digunakan oleh praktisi sebagai bahan pertimbangan dalam memilih jenis bahan *fissure sealant.*

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Fissure Sealant*

Fissure sealant atau penutup fisur adalah bahan keras yang tidak larut yang digunakan dalam bentuk cairan untuk menutup ceruk dan fisur gigi yang rentan terhadap plak bakteri dan debris makanan (Harty dan Ogson, 2012). *Fissure sealant* dapat mencegah munculnya lesi karies dan menghentikan atau menghambat perjalanan lesi karies non-kavitas (AAPD, 2016).

Fissure sealant yang dapat melepas fluor diperkenalkan pada tahun 1970-an untuk menambah efek mencegah karies. *Fissure sealant* yang melepas fluor dapat mengandung garam fluor yang larut dalam air seperti natrium fluorida (NaF) atau bahan pengisi (*filler*) yang melepas fluor. Beberapa studi *in vitro* menunjukkan bahwa material-material ini dapat melepas fluor dan menghambat demineralisasi struktur gigi. Kemampuan *fissure sealant* melepas fluor dalam jangka waktu panjang telah terbukti berkaitan dengan penurunan tingkat terjadinya karies pada ceruk dan fisur gigi anak (Poggio et al., 2016).

2.1.1 Indikasi dan Kontraindikasi *Fissure Sealant*

Indikasi *fissure sealant* di antaranya adalah ceruk dan fisur gigi yang dalam dan retentif; ceruk dan fisur gigi yang menunjukkan penampakan dekalsifikasi minimal; karies atau restorasi ceruk dan fisur pada gigi yang lain; tidak terdapat temuan karies interproksimal secara klinis maupun radiografis; penggunaan perawatan pencegahan lain, seperti terapi fluor topikal untuk menghambat pembentukan karies interproksimal; terdapat kemungkinan isolasi adekuat dari kontaminasi saliva (Pinkham, 2005).

Kontraindikasi *fissure sealant* adalah ceruk dan fisur gigi yang lebar dan mudah dibersihkan; adanya karies interproksimal yang perlu direstorasi; terdapat banyak lesi atau restorasi di permukaan interproksimal gigi; gigi erupsi sebagian dan tidak

memiliki kemungkinan isolasi adekuat dari kontaminasi saliva (Pinkham, 2005).

2.1.2 Macam Bahan *Fissure Sealant*

Fissure sealant dapat dibagi menjadi empat berdasarkan klasifikasi yang diajukan Anusavice pada tahun 2013, yaitu *resin-based sealants*, *glass ionomer sealants*, *polyacid-modified resin sealants*, dan *resin-modified glass ionomer sealants* (AAPD, 2016).

2.1.3 *Resin-based Sealant*

Beberapa tipe resin telah digunakan sebagai *fissure sealant*. Resin-resin ini termasuk sianoakrilat, poliuretan, dan bis-GMA. Produk yang beredar di pasaran saat ini menggunakan bahan resin poliuretan atau bis-GMA (Anusavice, 2012).

Resin-based sealant dibagi menjadi empat generasi berdasarkan metode polimerisasi. Generasi pertama *resin-based sealant* dipolimerisasi dengan sinar ultraviolet dan tidak digunakan lagi. Generasi kedua adalah *auto-polymerizing resin-based sealant* (ARBS) atau *chemically-cured sealant*, di mana aktivator yaitu amina tersier ditambahkan pada satu komponen dan dicampur dengan komponen lainnya. Reaksi antara kedua komponen ini menghasilkan radikal bebas yang menginisiasi polimerisasi dari bahan *sealant*. Saat ini, kebanyakan ARBS telah digantikan oleh generasi ketiga, yaitu *light-polymerizing resin-based sealant* (LRBS). Pada tipe ini, sinar tampak mengaktivasi fotoinitiator yang ada di dalam bahan *sealant* dan sensitif terhadap sinar dengan panjang gelombang sekitar 470 nm. Dibandingkan generasi sebelumnya, LRBS memiliki *setting time* lebih pendek, yaitu 10-20 detik, dan waktu kerja yang lebih panjang. Generasi keempat adalah *fluoride-releasing resin-based sealant* (FRBS) yang dapat melepaskan fluor untuk menghambat karies (Naaman et al., 2017).

2.1.3.1 Komposisi *Resin-based Sealant*

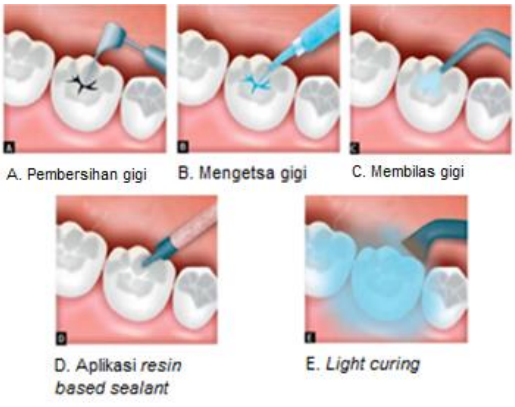
Resin-based sealant memiliki komposisi yang hampir sama sama dengan resin komposit. Resin komposit memiliki beberapa komponen sebagai berikut (Anusavice, 2012).

1. Matriks, yaitu bahan resin plastis yang membentuk fase berkelanjutan dan mengikat partikel bahan pengisi. *Resin-based sealant* menggunakan Bisfenol A Diglisidil metakrilat (Bis-GMA) dan trietilen glikol dimetakrilat (TEGDMA) sebagai monomer matriks resin.
2. Bahan pengisi (*Filler*), yaitu partikel dan/atau serat pendukung yang tersebar dalam matriks. Sumber fluor pada *resin-based sealant* dapat berupa natrium fluorida dan kalsium fluorida.
3. *Coupling agent*, yaitu agen pengikat yang mendukung adhesi antara bahan pengisi dan matriks resin.
4. Sistem aktivator-initiator dibutuhkan untuk mengubah pasta resin dari bahan yang lembut dan dapat dibentuk menjadi restorasi yang keras dan kuat. . Komponen sistem fotoinisiator yang digunakan adalah etil 4-(dimetilamino) benzoat yang berfungsi untuk menyerap foton dari *light curing unit* dan mengubah monomer menjadi polimer.
5. Inhibitor, untuk menambah waktu penyimpanan dan memperpanjang waktu kerja untuk resin yang diaktifkan secara kimiawi.
6. Penyerap sinar UV dan bahan tambahan untuk meningkatkan stabilitas warna.

2.1.3.2 Prosedur Aplikasi *Resin-based Sealant*

Aplikasi *fissure sealant* bervariasi sesuai dengan tipe bahan dan instruksi dari pabrik pembuatan. *Resin-based sealant* memiliki prosedur aplikasi sebagaimana berikut, yaitu pembersihan mendetail serta isolasi pada permukaan oklusal untuk memastikan lingkungan kering selama aplikasi *sealant*. Langkah selanjutnya adalah pemberian etsa asam pada permukaan oklusal selama 15 detik, kemudian dilanjutkan dengan pembilasan. Aplikasi *resin-based sealant* dapat dilakukan setelah gigi dibersihkan, kemudian resin dipolimerisasi menggunakan *light curing* selama 20 detik. Teknik tambahan yang bisa dilakukan termasuk melakukan pembersihan enamel secara mekanis, seperti enameloplasti (AAPD, 2016).

Gambar 1. Teknik Pengaplikasian *Resin-based Sealant*



Sumber: FMS Dental Hospital, 2016.

2.1.3.3 Pengerasan *Resin-based Sealant*

Dalam kedokteran gigi, hampir keseluruhan restorasi berbasis resin menggunakan keluarga monomer dan mekanisme polimerisasi yang sama, yaitu metakrilat dan vinil dengan polimerisasi adisi radikal bebas.

Radikal bebas dapat terbentuk akibat adanya pelepasan energi internal pada ikatan ganda karbon yang kaya akan elektron pada ujung terminal molekul monomer vinil metakrilat yang nantinya digunakan untuk berikatan dengan golongan metakrilat lain. Cara melepas energi internal ini adalah dengan menciptakan radikal bebas yang secara agresif mencari lokasi elektron berdensitas tinggi. Ada berbagai cara menciptakan radikal bebas, di antaranya panas, bahan kimia, atau energi radiasi.

Setelah terbentuk, radikal bebas berdifusi ke dalam medium resin untuk mencari area yang kaya elektron, yaitu ikatan ganda karbon-karbon pada monomer berbasis metakrilat. Ketika radikal bebas dan ikatan ganda karbon-karbon bertemu, polimerisasi dapat dimulai. Dalam proses ini, radikal bebas mengambil satu dari empat elektron dan membentuk ikatan kovalen antara dirinya sendiri dan satu atom karbon. Kelebihan elektron di bagian terluar atom karbon

menjadi radikal bebas dan secara aktif berdifusi dalam medium resin dengan viskositas rendah untuk ikatan ganda karbon yang kaya elektron lain untuk bereaksi dengan cara yang sama. Siklus yang sama terjadi terus-menerus sehingga rantai polimer semakin panjang. Selama proses berlanjut, laju konsumsi monomer terus meningkat dan menyebabkan viskositas resin ikut meningkat. Laju difusi radikal akan berkurang, menyebabkan polimerisasi melambat.

Reaksi polimerisasi dapat berhenti atas beberapa alasan, seperti penurunan konsentrasi monomer yang tersedia dan pertumbuhan rantai radikal yang menyebabkan radikal bebas sulit menembus matriks berbentuk gel. Mekanisme yang paling dipahami saat ini adalah ketika dua ujung radikal saling bertabrakan dan menyebabkan terbentuknya ikatan kovalen, sehingga pertumbuhan kedua rantai polimer berhenti (Rueggeberg et al., 2017).

Terdapat dua macam prosedur pengerasan resin, yaitu *self-cure* atau *cold cure* dan *light-cure*. Pada resin dengan *self-cure*, polimerisasi dimulai dengan mencampur dua pasta sebelum digunakan. Akan tetapi, proses ini dapat menyebabkan oksigen terperangkap selama pengadukan, sehingga menghambat polimerisasi. Selain itu, operator tidak memiliki kendali atas waktu kerja setelah kedua komponen diaduk.

Pada resin dengan polimerisasi *light-cure*, resin tidak memerlukan pengadukan. Polimerisasi dicapai dengan penggunaan sistem inisiator fotosensitif dan sumber sinar sebagai aktivator. Resin harus diletakkan setebal 2 mm secara inkremental kemudian dipapar dengan sinar selama 40 detik. Terdapat interaksi fisik (absorbsi) antar-foton pada panjang gelombang tertentu yang dapat mengubah sinar tampak menjadi energi tersimpan yang nantinya digunakan untuk membuat radikal bebas. Dalam spektrum terlihat, absorbsi foton melibatkan konsumsi energi dan mengubah energi itu untuk meningkatkan lapisan terluar elektron dari lapisan orbit biasa (keadaan dasar) menjadi lapisan orbit yang lebih tinggi (keadaan tereksitasi). Pada sistem *light-cure*, pembentukan radikal bebas sepenuhnya bergantung pada keberadaan foton dalam lingkungan restoratif untuk menimbulkan polimerisasi. Hal ini tidak seperti *self-cure*, di mana radikal bebas terbentuk di seluruh bagian bahan resin tanpa bergantung pada kedalamannya (Anusavice, 2012). Reaksi

polimerisasi resin diketahui banyak terjadi dalam waktu 24 jam (Dionysopoulus et al., 2016).

2.1.3.4 Sifat *Resin-based Sealant*

Resin-based sealant yang diaplikasikan bersama etsa asam menunjukkan penetrasi dan retensi yang baik. *Compressive strength resin-based sealant* lebih baik daripada *glass ionomer sealant*, yaitu 178 MPa. *Resin-based sealant* juga memiliki *diametral tensile strength* sekitar 32 MPa, lebih baik *daripada glass ionomer sealant* yang hanya 5 MPa. Akan tetapi, jika dibandingkan dengan *glass ionomer*, *resin-based sealant* memiliki tingkat pelepasan fluor yang lebih rendah, yaitu sekitar 2 ppm fluor (Munhoz et al., 2016). Studi menunjukkan bahwa permukaan resin yang diekspos langsung terhadap sinar *curing* memiliki nilai kekerasan permukaan yang lebih tinggi dibanding permukaan sebaliknya. Partikel bahan pengisi yang ditambahkan ke dalam matriks organik dapat meningkatkan sifat mekanis, seperti nilai kekerasan dan resistensi terhadap keausan, dibandingkan dengan *sealants* tanpa bahan pengisi (Bevilacqua, et al. 2007).

Resin memiliki kekurangan di antaranya adalah sensitivitas terhadap kelembapan. Resin juga dapat mengalami penyusutan selama proses polimerisasi. Penyusutan ini dapat mengakibatkan kebocoran tepi sehingga bakteri dapat masuk ke kavitas gigi. Kekurangan resin yang lain adalah resistensi terhadap keausan yang buruk (ADOHTA, 2014).

2.1.4 *Resin Modified Glass ionomer Sealant*

Resin modified glass ionomer (RMGIC) adalah hibrid dari *glass ionomer cement* dan komposit resin yang dipolimerisasi menggunakan sinar. RMGIC diperkenalkan pada tahun 1991 untuk mengurangi kelemahan dari *glass ionomer cement* (GIC) konvensional serta komposit (Malek et al., 2017).

2.1.4.1 Komposisi RMGIC *Sealant*

Bubuk *glass ionomer* adalah kalsium floroaluminosilikat yang larut dalam asam. Bahan dari *glass ionomer* yang dijual di pasaran mencakup di antaranya silikon dioksida, aluminium oksida, aluminium fluorida, kalsium fluorida, natrium fluorida, dan aluminium fosfat. Bahan-bahan mentah difusikan menjadi gelas yang seragam dengan memanaskan hingga suhu 1100° C sampai 1500° C. Lanthanum, strontium, barium, atau seng oksida ditambahkan untuk memberikan radiopasitas. Kaca ditumbuk menjadi bubuk dengan partikel antara 15 sampai 50 ym. Cairan untuk GIC adalah larutan asam poliakrilik dengan konsentrasi sekitar 40% sampai 50% (Anusavice, 2012).

RMGIC *sealant* menggunakan komponen esensial yang sama seperti GIC konvensional, yaitu bubuk kaca, air, dan poliasam, tetapi juga mengandung komponen monomer yang berhubungan dengan sistem initiator. Monomer yang digunakan biasanya adalah 2-hidroksietil metakrilat (HEMA) sedangkan initiatornya adalah *camphorquinone* (Sidhu and Nicholson, 2016).

2.1.4.2 Prosedur Aplikasi RMGIC *sealant*

Pengaplikasian RMGIC *sealant* tidak jauh berbeda dari RMGIC biasa. Tahapan-tahapan aplikasi RMGIC tampak seperti tabel berikut ini.

Tabel 1 Prosedur Aplikasi RMGIC (GC, 2018)

Gambar	Tahapan
	Memilih warna yang diinginkan dari 10 pilihan warna yang tersedia.
	Melakukan preparasi gigi, kemudian membersihkan dengan *pumice* dan air, bilas dengan saksama dan hilangkan kelembapan yang berlebihan tanpa mengeringkan gigi.
	Mengaplikasikan *cavity conditioner* selama 10 detik, kemudian membilas secara saksama dan menghilangkan kelembapan yang berlebihan.
	Mengaplikasikan RMGIC yang telah dicampurkan secara homogen pada gigi yang sudah dipreparasi.
	Membentuk kontur menggunakan instrumen tangan. *Celluloid strip* dapat digunakan.
	Light curing selama 20 detik.
	Melakukan penghalusan.

2.1.4.3 Pengerasan RMGIC *Sealant*

RMGIC *sealant* dapat mengeras dengan dua tahapan proses, yaitu netralisasi (reaksi asam-basa) dan polimerisasi tambahan, sehingga bentuk akhir dari material ini adalah struktur kompleks yang didasarkan kedua reaksi tersebut. Reaksi asam-basa dimulai ketika bubuk dan cairan dicampurkan. Langkah pertama adalah reaksi dengan proton terhidrasi dari poliasam pada permukaan partikel kaca. Hal ini menyebabkan adanya pergerakan ion seperti Na^{+} dan Ca^{2+} dari kaca ke dalam larutan poliasam dan diikuti oleh ion Al^{3+}. Ion-ion ini berinteraksi dengan molekul poliasam untuk membentuk *ionic crosslink*, dan poliasam tidak terlarut yang terbentuk ini kemudian menjadi kerangka untuk semen yang mengeras (Sidhu and Nicholson, 2016).

RMGIC *sealant* memiliki waktu pengerasan yang jauh lebih cepat daripada GIC konvensional. Waktu pengerasan yang cepat diakibatkan oleh mekanisme aktivasi sinar, menyebabkan HEMA terpolimerisasi dan cross-linking tambahan untuk material yang mengandung kopolimer melalui kelompok metakrilat. Material dapat mengeras setelah 30 detik paparan sinar. Jika tidak dipapar sinar, material akan mengeras dalam waktu sekitar 15-20 menit akibat adanya pembentukan jembatan garam oleh reaksi asam-basa (Noort, 2013).

2.1.4.4 Sifat RMGIC *Sealant*

Penambahan resin pada GIC meningkatkan banyak sifat mekanis. RMGIC *sealant* mampu berikatan pada dentin dan enamel, memiliki waktu kerja yang panjang dan waktu pengerasan yang singkat setelah dipapar dengan sinar. Kekuatan dan resistensi terhadap kelembapan serta serangan asam dipercaya banyak meningkat. Ikatan terhadap enamel dan dentin sama baiknya dengan GIC karena komponen resin memberikan tambahan *tensile strength* kepada semen. Salah satu kelemahan pada sistem ini adalah HEMA yang dilaporkan sitotoksik terhadap jaringan pulpa gigi dan osteoblas, karena itu penting untuk memastikan semua HEMA telah terpolimerisasi (Noort, 2013).

2.2 Minuman Ringan

Minuman ringan adalah minuman yang tidak mengandung alkohol dan biasanya diberi bahan tambahan pangan untuk meningkatkan cita rasa. Minuman ringan dapat dibagi menjadi minuman ringan karbonasi dan minuman ringan non-karbonasi. Minuman ringan dengan karbonasi adalah minuman yang dibuat dengan menambahkan CO_2 dalam komponennya (Cahyadi, 2009).

2.2.1 Komposisi Minuman Ringan

British Soft Drinks Association menyebutkan terdapat sejumlah bahan yang digunakan di dalam minuman ringan, di antaranya yang sering digunakan adalah air, pewarna, pemanis, pengawet, dan gula. Selain itu, pada minuman ringan juga sering ditambahkan pengatur keasaman. Air merupakan komposisi utama yang mana merupakan 90% dari bagian minuman ringan (British Soft Drinks Association, 2015).

1. Pewarna

   Codex Alimentarius Commission mendefinisikan zat pewarna sebagai zat yang ditambahkan untuk mewarnai makanan atau memperbaiki warna makanan dan mengembalikan warna alami yang hilang selama proses dan penyimpanan makanan. Pewarna makanan dapat dibagi menjadi dua kelompok berdasarkan sumbernya, yaitu pewarna alami dan sintesis. Pewarna alami biasanya diekstraksi dari sumber botani dan sering mengandung beberapa pigmen. Warna dari pewarna alami biasanya memiliki stabilitas rendah dan dapat terdegradasi oleh pH, suhu, dan kondisi lain. Pewarna sintesis biasanya memiliki stabilitas yang tinggi dan warna yang lebih beragam (Igoe and Hui, 2001).
2. Pemanis

   Pemanis makanan adalah bahan tambahan pangan yang digunakan untuk menambah rasa manis dalam makanan maupun minuman. Pemanis makanan dapat dibagi menjadi pemanis alami dan pemanis buatan. Pemanis juga dapat dibagi menjadi bahan bergizi dan tidak bergizi. Pemanis bergizi termasuk sukrosa, fruktosa, dekstrosa, laktosa, maltosa, madu, sirup jagung, dan poliol. Pemanis tidak bergizi atau pemanis buatan termasuk sakarin, aspartam, asesulfam-K, dan sukralosa (Igoe and Hui, 2001)
3. Pengawet

Pengawet makanan adalah bahan tambahan pangan yang digunakan untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme seperti ragi, jamur, dan bakteri; mencegah pembusukan oleh reaksi antioksida; dan mempertahankan kualitas, tekstur, konsistensi, rasa, warna, alkalinitas dan keasaman. Pengawet makanan dapat dibagi menjadi dua kelompok berdasarkan tujuan penggunaan, yaitu sebagai antimikroba dan sebagai antioksidan. Beberapa contoh zat pengawet makanan adalah benzoat, sorbat, vitamin, ekstrak buah, dan garam natrium (Samal et al., 2017).

4. Pengatur keasaman (asidulan)

Pengatur keasaman merupakan bahan tambahan pangan yang sering digunakan dalam industri pangan untuk meningkatkan rasa asam sebuah produk. Beberapa pengatur keasaman yang sering digunakan adalah asam sitrat, asam malat, dan asam tartarat (Reddy et al., 2016).

2.3 Pengaruh Minuman Ringan terhadap Kekerasan Permukaan Material

Degradasi yang terjadi pada resin merupakan proses pemotongan rantai polimer menjadi oligomer dan pada akhirnya membentuk monomer yang merupakan kelompok fungsional berbeda. Proses ini menunjukkan hubungan timbal balik dengan erosi yang merupakan hilangnya material karena monomer dan oligomer meninggalkan matriks. Air yang memasuki polimer memicu degradasi polimer dan mengakibatkan pembentukan oligomer dan monomer. Degradasi progresif mengubah struktur mikro dari polimer melalui pembentukan porus yang dapat meloloskan komponen yang terdegradasi. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kecepatan reaksi ini, di antaranya adalah ikatan kimia, pH, komposisi kopolimer, kandungan air, dan sifat hidrofili matriks polimer (Prakki et al., 2005).

Minuman ringan dengan jenis minuman jus buah diketahui memiliki kandungan zat asam yang menyebabkan nilai pH yang rendah. Penelitian yang dilakukan Reddy et al., pada tahun 2017 menyebutkan bahwa sebagian besar minuman ringan memiliki pH dengan kisaran nilai 3.0 sampai 3.99 (Reddy et al., 2017). Material resin yang direndam dalam minuman dengan pH rendah diketahui

memiliki solubilitas tinggi yang dapat mengakibatkan pelarutan permukaan serta menurunkan nilai kekerasan dan integritas permukaan dengan melunakkan matriks dan menyebabkan hilangnya ion struktural. Material resin memiliki kecenderungan untuk terkikis dalam kondisi asam, sedangkan asam dalam minuman ringan meningkatkan pelepasan monomer yang tidak bereaksi dengan berpenetrasi ke dalam matriks resin, mengakibatkan nilai kekerasan permukaan yang lebih rendah. Material berbahan resin yang memiliki bahan pengisi seng, kaca barium, dan silika lebih rentan dibanding resin dengan bahan pengisi kuarsa (Erdemir et al., 2013).

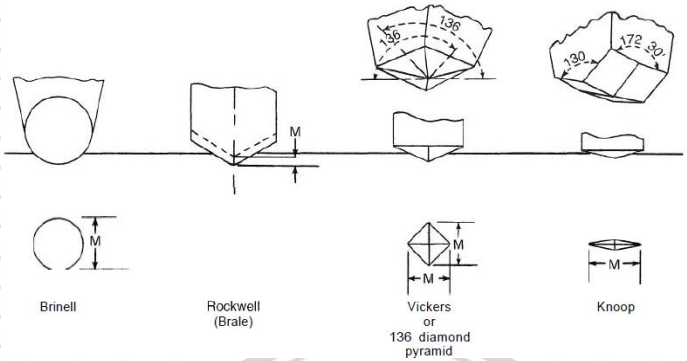
Penelitian lain yang dilakukan oleh Fatima et al. tahun 2013 menunjukkan bahwa material berbahan RMGIC memiliki ketahanan rendah terhadap lingkungan asam. Alasan terjadinya kerusakan pada RMGIC termasuk serangan asam selektif terhadap matriks poliasam serta adanya pelepasan fluor dari material yang terjadi setelah perendaman pada lingkungan asam (Fatima et al., 2013). Hal ini disebabkan oleh ion H^+ dari asam berdifusi ke dalam komponen RMGIC dan menggantikan kation logam dalam matriks. Kation terbebas ini kemudian berdifusi keluar dan dilepas dari permukaan (Maganur et al., 2013).

2.4 Kekerasan Permukaan

Kekerasan dapat didefinisikan sebagai resistensi terhadap indentasi. Indentasi yang terbentuk pada permukaan bahan dari gaya yang diaplikasikan oleh titik tajam atau partikel abrasif merupakan hasil dari interaksi beberapa sifat. Sifat-sifat yang berhubungan dengan kekerasan bahan adalah kekuatan tekan, batas proporsional, dan keuletan Terdapat beberapa jenis uji kekerasan bahan. Kebanyakan uji didasarkan pada kemampuan permukaan bahan untuk menahan penetrasi oleh ujung berlian atau bola baja yang diberi beban tertentu. Uji yang paling sering digunakan untuk menentukan kekerasan bahan kedokteran gigi adalah Barcol, Brinell, Rockwell, Shore, Vickers, dan Knoop.

Uji kekerasan Brinell menggunakan bola baja yang ditekankan dengan beban yang ditentukan pada permukaan bahan yang sudah dipoles dan digunakan untuk mengukur kekerasan bahan logam. Uji kekerasan Rockwell juga menggunakan bola baja dan digunakan untuk mengukur kedalaman penetrasi suatu bahan. Uji kekerasan Knoop menggunakan alat berujung berlian yang dipotong dalam konfigurasi geometrik dengan beban yang bervariasi dalam jangkauan luas, mulai dari 0,1 kg sampai lebih dari 1 kg, sehingga nilai kekerasan bahan yang keras maupun lembut dapat didapatkan dengan tes ini. Uji kekerasan Vickers menggunakan indenter berbentuk piramid beralas persegi dan dapat digunakan untuk menentukan kekerasan bahan yang rapuh (Anusavice, 2012).

Gambar 2. Bentuk ujung indentor



Sumber: Anusavice, 2012

Uji kekerasan Vickers memiliki beberapa kelebihan, di antaranya mampu mengukur kekerasan dari bahan yang sangat lembut dengan nilai Diamond Pyramid Hardness (DPH) 5 sampai bahan yang sangat keras senilai DPH 1500 tanpa mengganti beban atau indenter, sehingga kekerasan bahan yang berbeda dapat dibandingkan dengan beban yang konstan. Selain itu, uji kekerasan Vickers memiliki hasil yang akurat dan dapat diaplikasikan untuk mengukur kekerasan pada bahan dengan ketebalan 0,15 mm (Bhaduri, 2018).

2.4.1 Uji Kekerasan Vickers

Nilai uji kekerasan Vickers berkaitan langsung dengan beban yang diaplikasikan dan wilayah yang terbentuk oleh indentasi di permukaan bahan. Uji kekerasan ini dapat digunakan pada banyak jenis bahan karena menggunakan indentor berlian yang sangat keras dan resisten. Sampel bahan yang akan dilakukan pengujian kekerasan Vickers tidak boleh memiliki oksidasi, kekasaran, pelumas, dan kontaminasi lainnya, serta sampel dipastikan tidak memiliki deformasi di sisi yang berkebalikan dengan yang akan diuji.

Nilai kekerasan Vickers diekspresikan dalam unit Hardness Vickers (HV). Biasanya teknik uji kekerasan Vickers dilakukan dengan beban yang bervariasi mulai dari 5 sampai 120 kgf. Indenter yang digunakan dalam uji kekerasan Vickers memiliki konfigurasi

geometris piramid persegi yang dibuat dari berlian dengan sudut 136° antara sisi yang berlawanan. Setelah aktuasi indenter, sampel material menunjukkan area indentasi dengan bentuk seperti belah ketupat, kemudian diagonal dari belah ketupat tersebut diukur melalui mesin penguji dalam skala milesimal. Nilai diagonal yang diekspresikan dalam d_1 dan d_2 digunakan untuk menentukan nilai rata-rata diagonal (D_{mean}) yang memungkinkan penghitungan nilai kekerasan menggunakan persamaan berikut.

$$HV = \frac{1{,}8544F}{Dmean^2}$$

di mana F adalah beban yang diberikan dalam kgf dan D_{mean} dalam satuan mm (Filho et al., 2010).

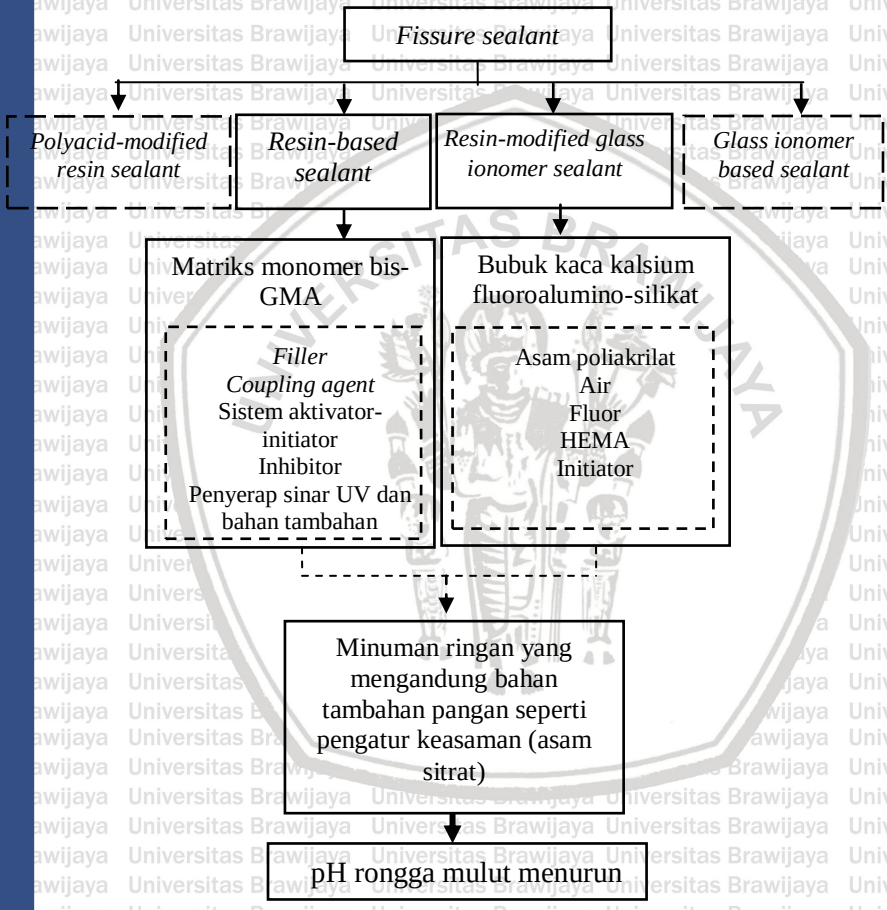
2.4.1.1 Metode Operasional

Ketebalan minimal sampel uji yang direkomendasikan untuk uji kekerasan Vickers adalah paling tidak 1,5 kali panjang diagonal indentasi. Instrumen uji kekerasan Vickers memiliki cara kerja semi-otomatis yang biasanya lebih memerlukan perhatian daripada kemampuan operator. Indentasi yang dihasilkan sangat kecil, karena itu direkomendasikan untuk terlebih dulu memoles permukaan yang akan diuji. *Loading beam* akan menurunkan beban yang dimiliki dan mengaplikasikannya terhadap indenter selama jangka waktu yang ditentukan dengan menggunakan tuas. Beban akan secara otomatis diangkat setelah periode yang ditentukan untuk aplikasi beban penuh, biasanya bervariasi antara 10 sampai 30 detik. Setelah indentasi terbentuk, bahan uji bersama dengan landasan yang berada di bawahnya akan diturunkan dan mikroskop yang berada di sebelah instrumen akan bergerak di atas indentasi yang sudah terbentuk. Gambar indentasi yang sudah diperbesar akan diperlihatkan pada layar dan dapat dirotasikan sebesar 90° untuk memfasilitasi penghitungan kedua panjang diagonal (Bhaduri, 2018).

BAB III

KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS

3.1 Kerangka Konsep



repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Ket → : memiliki

→ : dimasukkan ke

➡ : menyebabkan

□ : variabel yang diteliti

⬚ : variabel yang tidak diteliti

Minuman ringan mengandung berbagai bahan tambahan pangan untuk meningkatkan cita rasa dan keawetan produk, salah satunya adalah pengatur keasaman yaitu asam sitrat. Suasana asam merupakan salah satu faktor yang diketahui dapat mempengaruhi ketahanan suatu material. Asam dapat menyebabkan pelarutan yang dapat mempengaruhi keausan, kekerasan, dan integritas permukaan. Bahan resin yang direndam dalam suasana asam menunjukkan pengikisan dan pelepasan monomer yang tidak bereaksi. Bahan RMGIC juga menunjukkan ketahanan rendah terhadap lingkungan asam karena adanya serangan asam selektif terhadap campuran partikel residu serta adanya pelepasan fluor yang terjadi setelah direndam dalam lingkungan asam.

3.2 Hipotesis

Minuman ringan dapat mempengaruhi nilai kekerasan *resin-based sealant* dan *glass ionomer sealant*, dengan nilai kekerasan *resin-based sealant* lebih tinggi daripada *resin modified glass ionomer sealant* setelah perendaman dalam minuman ringan

BAB IV
METODE PENELITIAN

4.1 Rancangan dan Desain Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah *true experimental* karena terdapat dua atau lebih kelompok sampel dan dilakukan untuk menemukan *cause-effect relationships*. Desain penelitian *true experimental* yang digunakan adalah *pretest-post test control group design* di mana dilakukan pengukuran pada kelompok sampel sebelum dan sesudah perlakuan (Swarjana, 2012).

Sampel penelitian dibagi menjadi 6 kelompok, yaitu kelompok kontrol 1 (K1) yang terdiri dari *resin-based sealant* yang direndam dalam akuades, kelompok kontrol 2 (K2) yang terdiri dari RMGIC *sealant* yang direndam dalam akuades, kelompok perlakuan 1 (P1) yang terdiri dari *resin-based sealant* yang direndam dalam Nutrisari, kelompok perlakuan 2 (P2) yang terdiri dari RMGIC *sealant* yang direndam dalam Nutrisari, kelompok perlakuan 3 (P3) yang terdiri dari *resin-based sealant* yang direndam dalam Marimas, dan kelompok perlakuan 4 (P4) yang terdiri dari RMGIC *sealant* yang direndam dalam Marimas.

4.2 Sampel Penelitian

Sampel penelitian ini adalah *resin-based sealant* merek Bioseal Biodinamica dan RMGIC merek GC Fuji II LC.

4.2.1 Jumlah Sampel

Jumlah sampel (pengulangan) penelitian dihitung menggunakan rumus Federer dengan cara sebagai berikut.

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

Keterangan:

t = jumlah perlakuan

r = jumlah replikasi

Jumlah sampel (ulangan, r) minimal adalah:

$(6-1)(r-1) \geq 15$

$6r - 6 \geq 15$

$r \geq 4$

(Kusriningrum, 2008)

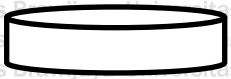
Berdasarkan perhitungan dari rumus di atas, jumlah sampel minimal adalah 4 sampel untuk setiap perlakuan (6 perlakuan), sehingga total sampel yang diperlukan adalah 6 x 4 = 24 sampel, dengan rincian sampel berbahan *resin-based sealant* berjumlah 12 sampel dan sampel berbahan RMGIC berjumlah 12 sampel.

4.2.2 Kriteria Sampel Penelitian

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini memiliki kriteria sebagai berikut.

1. Berbentuk silindris. Studi yang dilakukan Abu Hassan et al. pada tahun 1998 menunjukkan bahwa sampel yang berbentuk silinder direkomendasikan untuk pengujian karena menyerupai restorasi klinis dalam bentuk dan ukurannya.
2. Permukaan halus. Salah satu syarat sampel yang dapat diuji menggunakan instrumen penguji kekerasan Vickers adalah permukaan sampel yang halus.
3. Diameter 4 mm. Diameter 4 mm sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Filipov and Vladimirov pada tahun 2006.
4. Ketebalan 2 mm. Dimensi sampel menggunakan ketebalan 2 mm berdasarkan ketebalan resin yang dapat dipolimerisasi menggunakan *light-curing*.

Gambar 1. Desain Sampel



Sumber: Data Primer, 2018.

4.3 Variabel Penelitian

4.3.1 Variabel Bebas

Variabel bebas merupakan variabel yang menyebabkan adanya perubahan terhadap variabel yang lain. Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini adalah minuman ringan.

4.3.2 Variabel Terikat

Variabel terikat merupakan variabel yang berubah akibat dari perubahan variabel yang lain. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah nilai kekerasan *resin-based fissure sealant* dan RMGIC *sealant*.

4.4 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Skill's Lab Basah Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Brawijaya dan Laboratorium Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Malang dengan waktu antara bulan Oktober sampai bulan Desember 2018.

4.5 Bahan dan Alat/Instrumen Penelitian

4.5.1 Bahan dan Alat untuk Manipulasi *Resin-based Sealant*

1. *Resin-based sealant* merek BioSeal Biodinamica
2. *Glass lab*
3. Cetakan berbentuk cincin yang dibuat dari potongan selang air berbahan plastik dengan diameter 4 mm dan ketebalan 2 mm.
4. *Celluloid strip*
5. *Plastis filling instrument*
6. *Visible light cure unit*

4.5.2 Bahan dan Alat untuk Manipulasi RMGIC *sealant*

1. RMGIC merek GC Fuji II LC
2. *Glass lab*
3. Cetakan berbentuk cincin yang dibuat dari potongan selang air berbahan plastik dengan diameter 4 mm dan ketebalan 2 mm.
4. *Plastis filling instrument*
5. *Celluloid strip*
6. Spatula GIC
7. *Mixing pad*
8. *Visible light cure unit*

4.5.3 Bahan dan Alat untuk Perendaman

1. Gelas ukur
2. Akuades 37°C
3. Nutrisari serbuk rasa Jeruk Peras
4. Marimas serbuk rasa Jeruk Peras
5. Air mineral
6. Sendok pengaduk
7. Karet pipet *filler* dan pipet 5 ml

4.5.4 Bahan dan Alat untuk Uji Kekerasan

1. Eseway Micro-Vickers Hardness Tester EW-412AAT

Gambar 2. Eseway Micro-Vickers Hardness Tester EW-412AAT

Sumber: Data Primer, 2018

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
Universitas Brawijaya

4.6 Definisi Operasional

Tabel 1 Definisi Operasional

Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Cara Mengukur	Hasil Ukur	Skala Ukur
Minuman ringan	• Minuman ringan yang dijadikan media perendaman dan mengandung gula, pengatur keasaman, cloudifier, antikempal, premiks vitamin, perisa (identik alami, alami dan artifisial), pemanis buatan aspartam dan asesulfam, penstabil nabati, garam, pewarna makanan tatrazin CI No. 19140 dan sunset CI No. 15985, serbuk jeruk (0,05%), dan mengandung antioksidan vitamin E.	Karet Pipet Filler dan pipet 5 ml	Bola karet dihubungkan dengan pipet, bola karet dan katup pembuka ditekan agar udara keluar, ujung tip pipet diarahkan ke cairan, katup penghisap ditekan, maka pipet akan menghisap cairan, katup dilepas saat volume cairan yang diinginkan	Mililiter	Nominal

Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Cara Mengukur	Hasil Ukur	Skala Ukur
	• Minuman ringan yang digunakan adalah merk Nutrisari. • Minuman ringan yang dijadikan media perendaman dan mengandung gula, pengatur keasaman (asam sitrat), perisa identik alami, pewarna (kuning FCF CI 15985; Ponceau 4R CI 16255), ekstrak jeruk (0,01%). Minuman ringan yang digunakan adalah merk Marimas.				

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Cara Mengukur	Hasil Ukur	Skala Ukur
Nilai kekerasan	Besarnya kemampuan suatu bahan terhadap tekanan eksternal yang mengenai permukaan material.	*Microhardness Vickers Tester*	Indentor pada mesin akan memberi tekanan dan menunjukkan area indentasi berbentuk belah ketupat, panjang diagonal area indentasi dihitung dan dimasukkan ke dalam rumus	VHN (*Vickers Hardness Number*)	Nominal

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Cara Mengukur	Hasil Ukur	Skala Ukur
Resin-based sealant	*Resin-based sealant* merupakan salah satu tipe *fissure sealant* yang berbahan monomer uretan dimetakrilat, UDMA, atau bis-GMA. *Resin-based sealant* dipolimerisasi dengan bantuan sinar menggunakan *light cure* selama 20 detik sampai kondisi *setting.* Merk *resin-based sealant* yang digunakan pada penelitian ini adalah Bioseal Biodinamica yang mengandung bis-GMA (35,60%), grup metakrilat, BHT, silikon	Penggaris	Cetakan terlebih dulu dibuat, kemudian bahan dimasukkan ke dalam cetakan dan dipolimerisasi sehingga memiliki dimensi yang sesuai.	Milimeter	Nominal

Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Cara Mengukur	Hasil Ukur	Skala Ukur
	dioksida, natrium fluorida, dan katalisator. *Resin-based sealant* dalam penelitian ini digunakan dalam bentuk *mold* dengan ukuran diameter 4 mm dan tinggi 2 mm.				

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Cara Mengukur	Hasil Ukur	Skala Ukur
RMGIC	*Resin modified glass ionomer* (RMGIC) adalah hibrid dari *glass ionomer cement* dan komposit resin yang dipolimerisasi menggunakan sinar. Merk RMGIC yang digunakan pada penelitian ini adalah GC Fuji II yang mengandung kaca fluoroalumino silikat, asam poliakrilat, *2-hydroxyethyl methacrylate*, *urethanedime thacrylate*, dan *camphorquno ne*. RMGIC dalam penelitian ini digunakan dalam bentuk *mold* dengan ukuran diameter 4	Penggaris	Cetakan terlebih dulu dibuat, kemudian bahan yang sudah dimanipula si dimasukka n ke dalam cetakan dan dipolimeris asi sehingga memiliki dimensi yang sesuai.	Milimet er	Nomin al

Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Cara Mengukur	Hasil Ukur	Skala Ukur
	mm dan tinggi 2 mm.				

4.7 Prosedur Penelitian/Pengumpulan Data

4.7.1 Pembuatan Sampel

4.7.1.1 Pembuatan Sampel *Resin-based Sealant*

Pembuatan sampel dilakukan dengan memanipulasi *resin-based sealant* bermerk BioSeal Biodinamica. Pertama, *resin-based sealant* dimasukkan dalam cetakan berdiameter 4 mm dan tinggi 2 mm sampai penuh menggunakan *plastis filling instrument*, kemudian *celluloid strip* diletakkan di atas cetakan untuk memastikan permukaan yang datar tanpa adanya gelembung. *Glass lab* diletakkan di atas *celluloid strip*, kemudian diberikan tekanan untuk mendapatkan kepadatan yang sama. Sampel kemudian dipolimerisasi menggunakan *light cure* selama 20 detik sesuai aturan pabrik, dengan cahaya berada tegak lurus terhadap sampel. Selanjutnya, *celluloid strip* dan cetakan dapat dilepas.

Gambar 3. BioSeal Biodinamica

Sumber: BDP, 2018

4.7.1.2 Pembuatan Sampel RMGIC *sealant*

Pembuatan sampel dari *glass ionomer sealant* merk GC Fuji II LC. Pertama, memanipulasi bubuk dan cairan dengan rasio bubuk:cairan yaitu 1:2 di atas *mixing pad* menggunakan spatula GIC hingga homogen. Hasil manipulasi yang telah homogen dimasukkan ke dalam cetakan menggunakan *plastic plastis filling instrument* dan *celluloid strip* diletakkan di atas cetakan. *Glass lab* diletakkan di atas *celluloid strip*, kemudian diberikan tekanan beban untuk mendapatkan kepadatan yang sama. Sampel kemudian dipolimerisasi menggunakan *light cure* selama 20 detik sesuai aturan pabrik, dengan cahaya berada tegak lurus terhadap sampel. *Celluloid strip* dan cetakan plastik kemudian dilepas. Semua sampel kemudian disimpan dan dilakukan uji kekerasan permukaan.

Gambar 4. GC Fuji II LC

Sumber: Noort, 2013

4.7.2 Uji Kekerasan Permukaan

Pengukuran kekerasan permukaan sampel *fissure sealant* dilakukan sebelum dan setelah perendaman dalam minuman ringan, masing-masing sampel diukur nilai kekerasannya menggunakan instrumen kekerasan Vickers. Sampel diatur agar letaknya di tengah lensa objektif dan difokuskan dengan cara memutar pegangan searah jarum jam, kemudian setelah gambar dalam keadaan fokus sampel dipindah dengan cara menggeser sehingga tepat di bawah indentor, dan tombol ditekan. Indentor akan turun sampai menyentuh

permukaan sampel. Studi yang dilakukan Mota et al. pada tahun 2014 menyebutkan tidak ada protokol pasti dalam memberikan beban tekan dan waktu penekanan pada uji kekerasan, karena itu penelitian dilakukan dengan memberikan tekanan sebesar 200 gram selama 15 detik berdasarkan penelitian serupa yang dilakukan Erdemir et al. pada tahun 2013. Indentasi yang terbentuk kemudian diukur menggunakan panjang diagonal dan nilai kekerasan Vickers diperoleh dengan persamaan sebagai berikut.

$$HV = \frac{1{,}8544F}{Dmean^2}$$

4.7.3 Perendaman dalam Minuman Ringan

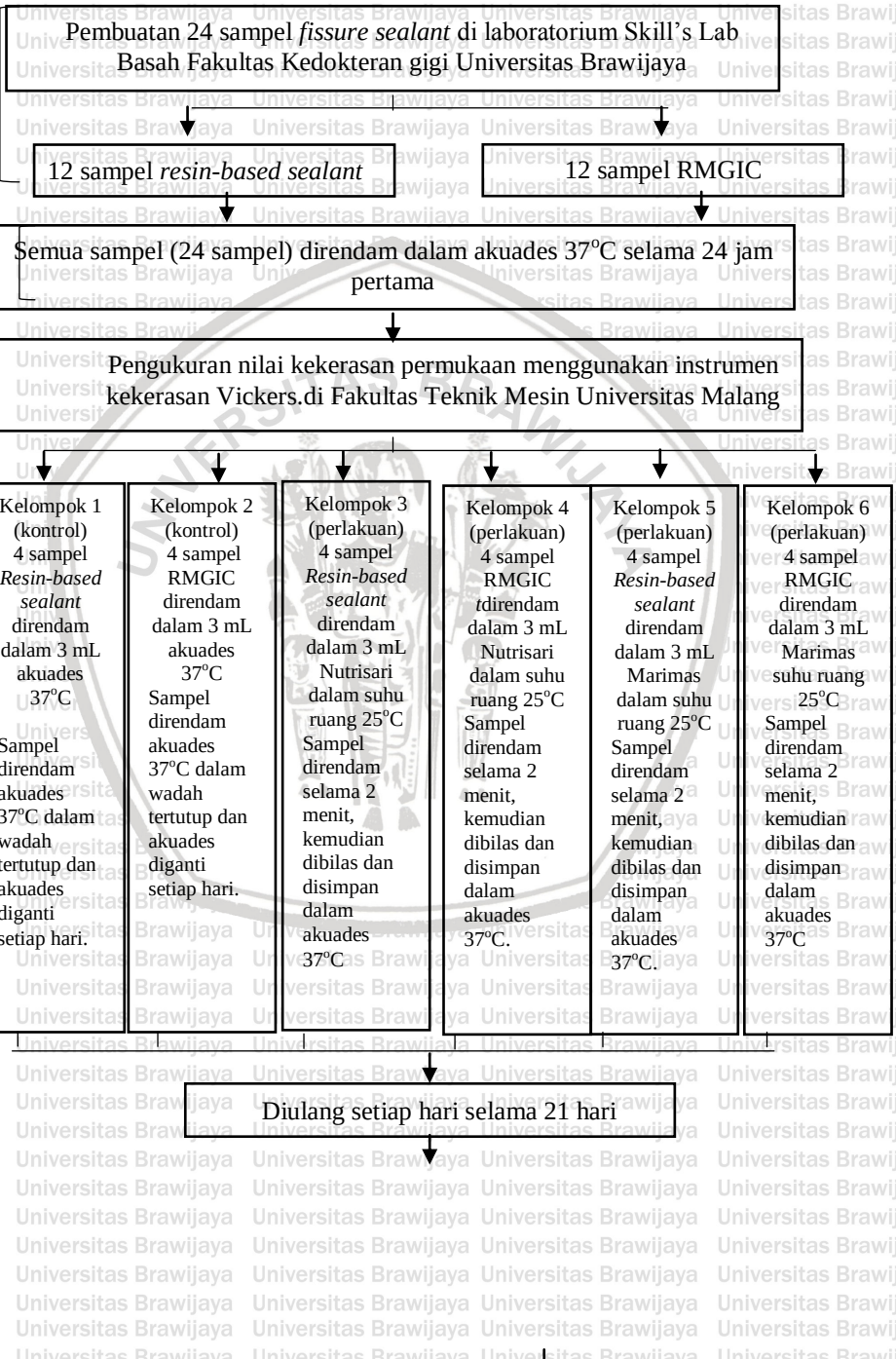
Sebelum sampel direndam dalam minuman ringan, langkah yang perlu dilakukan adalah mengelompokkan sampel ke dalam 6 kelompok sesuai dengan media perendamannya, di mana terdapat 4 sampel di setiap kelompoknya. Kelompok kontrol 1 (K1) terdiri dari *resin-based sealant* yang direndam dalam akuades, kelompok kontrol 2 (K2) terdiri dari RMGIC *sealant* yang direndam dalam akuades, kelompok perlakuan 1 (P1) terdiri dari *resin-based sealant* yang direndam dalam Nutrisari, kelompok perlakuan 2 (P2) terdiri dari RMGIC *sealant* yang direndam dalam Nutrisari, kelompok perlakuan 3 (P3) terdiri dari *resin-based sealant* yang direndam dalam Marimas, dan kelompok perlakuan 4 (P4) terdiri dari RMGIC *sealant* yang direndam dalam Marimas.

Langkah selanjutnya adalah merendam semua sampel dalam akuades suhu 37°C selama 24 jam pertama. Hal ini dilakukan karena karena reaksi polimerisasi resin diketahui banyak terjadi dalam waktu 24 jam. Kelompok K1 dan K2 direndam dalam akuades dan diganti setiap hari. Kelompok P1 dan P2 direndam di dalam minuman ringan jenis Nutrisari selama 2 menit, sedangkan kelompok P3 dan P4 direndam di dalam minuman ringan jenis Marimas selama 2 menit setiap harinya. Setelah perendaman dilakukan, sampel dicuci bersih dengan akuades dan disimpan dalam akuades. Setiap wadah ditutup rapat untuk mencegah adanya kontaminasi dari udara luar. Perendaman dilakukan setiap hari selama 21 hari, dengan uji kekerasan dilakukan pada setiap sampel di hari ke-7, 14, dan 21.

Penelitian ini dilakukan dengan merendam sampel ke dalam minuman ringan selama dua menit, kemudian disimpan dalam akuades, minuman hanya berkontak dengan permukaan restorasi dalam jangka waktu singkat sebelum terbilas oleh saliva dalam rongga mulut. Hal ini dilakukan untuk mewakili frekuensi konsumsi meminum minuman ringan serta mengembalikan pH ke nilai netral setelah waktu paparan selesai untuk menghindari serangan yang diperpanjang selama direndam dalam akuades. Akuades dipilih sebagai media perendaman karena memiliki pengaruh yang hampir sama dengan saliva buatan terhadap mikromorfologi permukaan restorasi berbahan dasar resin (Turssi, 2002).

Media perendaman minuman ringan dan akuades diperbarui setiap hari untuk mempertahankan nilai pH. Durasi perendaman dipilih dengan pertimbangan bahwa waktu perendaman tersebut memiliki pengaruh kritis terhadap kekerasan permukaan bahan, sesuai dengan penelitian yang dilakukan Erdemir et al. pada tahun 2013, di mana bahan restorasi mengalami penurunan nilai kekerasan yang signifikan setelah direndam dalam waktu lebih dari 7 hari karena bahan restorasi terdegradasi oleh adanya absorbsi cairan serta mengalami pengikisan oleh asam. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Hengtrakool et al. pada tahun 2011 menunjukkan bahwa pengamatan yang dilakukan dalam 7 hari menunjukkan perubahan yang lebih signifikan dibanding pengamatan yang dilakukan dalam 1-4 hari setelah perendaman.

4.8 Kerangka Operasional Penelitian



Dilakukan pengukuran nilai kekerasan permukaan menggunakan instrumen kekerasan Vickers pada hari ke-7, 14, dan 21.

↓

Pengumpulan Data

↓

Analisis Data

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

4.9 Analisis Data

Analisis statistik dilakukan menggunakan *software* komputer untuk mengevaluasi efek lama waktu perendaman dan jenis minuman pada kekerasan permukaan terhadap jenis *fissure sealant* yang berbeda. Data dianalisis menggunakan uji Shapiro Wilk untuk melihat distribusi sampel. Setelah data diketahui memiliki distribusi normal, analisis dilanjutkan menggunakan uji homogenitas untuk mengetahui semua sampel homogen. Analisis statistik dilakukan menggunakan uji ANOVA terhadap nilai kekerasan permukaan dari kedua jenis *fissure sealant* setelah perendaman dalam minuman ringan selama 7, 14, 21 hari. One-way ANOVA dilakukan untuk membandingkan efek dari jenis minuman ringan terhadap nilai kekerasan permukaan dari setiap jenis *fissure sealant* untuk setiap periode waktu perendaman. Rata-rata kemudian dibandingkan menggunakan *post-hoc*.

BAB V
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Penelitian

Hasil dari penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan 24 sampel yang terbagi atas 6 kelompok , yaitu kelompok kontrol 1 (K1) yang terdiri dari *resin-based sealant* yang direndam dalam akuades, kelompok kontrol 2 (K2) yang terdiri dari RMGIC *sealant* yang direndam dalam akuades, kelompok perlakuan 1 (P1) yang terdiri dari *resin-based sealant* yang direndam dalam Nutrisari, kelompok perlakuan 2 (P2) yang terdiri dari RMGIC *sealant* yang direndam dalam Nutrisari, kelompok perlakuan 3 (P3) yang terdiri dari *resin-based sealant* yang direndam dalam Marimas, dan kelompok perlakuan 4 (P4) yang terdiri dari RMGIC *sealant* yang direndam dalam Marimas.

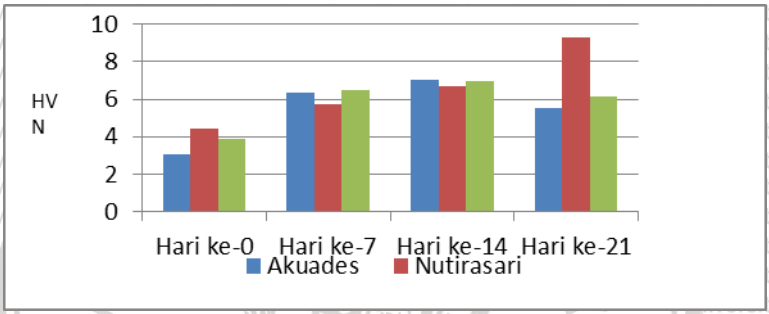
Setiap sampel telah dilakukan uji kekerasan Vickers dengan tekanan beban 200 gram selama 15 detik. Uji kekerasan dilakukan sebelum perendaman pada hari ke-0 untuk menemukan nilai *baseline* dan dilakukan lagi setiap 7 hari sekali selama 21 hari. Hasil data uji kekerasan Vickers pada semua sampel akan dibahas di bawah ini.

5.1.1 Hasil Uji Kekerasan Permukaan *Resin-based Sealant*

Perhitungan rata-rata kekerasan permukaan *resin based sealant* dilakukan dengan membandingkan media perendaman yang digunakan untuk mengetahui efek masing-masing media perendaman pada bahan.

Tabel 5.1 Hasil perhitungan rerata kekerasan permukaan *resin-based sealant*

Media Perendaman	Hari 0		Hari 7		Hari 14		Hari 21	
	Rerata	SD	Rerata	SD	Rerata	SD	Rerata	SD
Akuades	3.05	0.99	6.37	0.98	7.07	1.61	5.56	1.45
Nutrisari	4.40	2.02	5.70	1.92	6.67	1.18	9.30	5.97
Marimas	3.90	1.35	6.50	.97	6.95	1.86	6.15	1.81



Gambar 5.1 Grafik kekerasan permukaan *resin-based sealant*

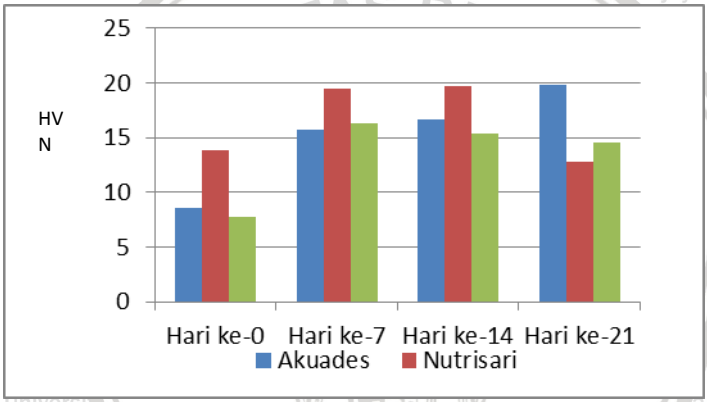
Berdasarkan tabel 5.1 dan gambar 5.1, rata-rata kekerasan permukaan *resin-based sealant* yang dibandingkan berdasarkan media perendamannya menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan signifikan yang pada setiap kelompok. Penurunan terjadi pada kelompok yang direndam dalam media akuades dan Marimas pada hari ke-21.

5.1.2 Hasil Uji Kekerasan Permukaan RMGIC *Sealant*

Perhitungan rata-rata kekerasan permukaan RMGIC *sealant* dilakukan dengan membandingkan media perendaman yang digunakan untuk mengetahui efek masing-masing media perendaman pada bahan.

Tabel 5.2 Hasil perhitungan rerata kekerasan permukaan RMGIC *sealant*

Kelompok perlakuan	Hari 0		Hari 7		Hari 14		Hari 21	
	Rerata	SD	Rerata	SD	Rerata	SD	Rerata	SD
Akuades	8.62	2.22	15.67	2.73	16.62	2.43	19.85	4.92
Nutrisari	13.90	5.30	19.52	3.36	19.72	2.37	12.82	4.25
Marimas	7.70	1.12	16.30	3.85	15.40	0.27	14.52	3.93



Gambar 5.2 Grafik kekerasan permukaan RMGIC *sealant*

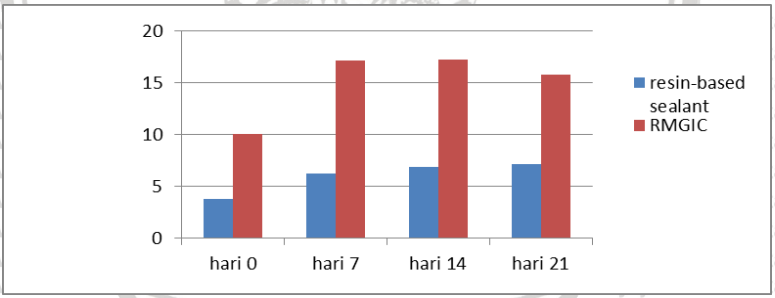
Berdasarkan tabel 5.2 dan gambar 5.2, dapat dilihat rata-rata kekerasan permukaan RMGIC *sealant* yang dibandingkan berdasarkan media perendamannya. Sampel yang direndam dalam akuades menunjukkan peningkatan terus-menerus, sedangkan sampel yang direndam dalam media perendaman lainnya mengalami peningkatan pada hari ke-7 dan 14, sedangkan pada hari ke-21 terjadi penurunan.

5.1.3 Hasil Uji Kekerasan Permukaan *Resin-based Sealant* dan RMGIC *sealant*

Perhitungan rata-rata kekerasan permukaan *resin-based sealant* dan RMGIC *sealant* dilakukan untuk mengetahui perbandingan nilai kekerasan dari kedua bahan yang digunakan.

Tabel 5.3 Hasil perhitungan rerata kekerasan permukaan *resin-based sealant* dan RMGIC *sealant*

Kelompok perlakuan	Hari 0		Hari 7		Hari 14		Hari 21	
	Rerata	SD	Rerata	SD	Rerata	SD	Rerata	SD
Resin based-sealant	3.78[a]	1.49	6.19[a]	1.29	6.90[a]	1.44	7.13[a]	3.88
RMGIC	10.07[b]	4.18	17.16[b]	3.50	17.25[b]	2.60	15.73[b]	5.05



Gambar 5.3 Perbandingan rata-rata nilai kekerasan permukaan *resin-based sealant* dan RMGIC

Berdasarkan tabel 5.3 dan gambar 5.3, dapat dilihat bahwa rata-rata kekerasan permukaan *resin-based sealant* dan RMGIC *sealant* memiliki perbedaan signifikan, di mana rata-rata kekerasan permukaan permukaan RMGIC *sealant* memiliki nilai lebih besar daripada *resin based sealant*. Terdapat kenaikan nilai kekerasan pada

hari ke-7 dan 14, kemudian diikuti oleh penurunan yang terjadi pada hari ke-21.

5.2 Analisis Data

Data hasil penelitian berupa kekerasan permukaan dianalisis menggunakan *software* analisis statistik dengan metode uji *one way ANOVA* dan *Post Hoc.* Sebelum dilakukan pengujian dengan *one way ANOVA*, dilakukan uji normalitas dan uji homogenitas ragam. Uji normalitas menggunakan *Shapiro-Wilk* dan uji homogenitas menggunakan *Levene's Test.*

5.2.1 Uji Normalitas Data

Pengujian normalitas dilakukan dengan menggunakan uji *Shapiro-Wilk*. Uji normalitas terpenuhi jika nilai signifikansi hasil penghitungan p>0,05. Hasil uji normalitas menunjukkan bahwa nilai signifikansi lebih dari 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa data telah terdistribusi normal dan dapat dilakukan uji parametrik karena syarat normalitas data telah terpenuhi.

5.2.2 Uji Homogenitas Ragam

Pengujian homogenitas ragam dilakukan dengan menggunakan *Levene's Test*. Variansi suatu data dikatakan tidak seragam apabila signifikansi dari hasil analisis data <0,05. Hasil uji menunjukkan bahwa nilai signifikansi lebih 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa uji homogenitas terpenuhi dan dapat dilakukan uji *one-way* ANOVA.

5.2.3 Uji *One-way ANOVA*

Setelah uji normalitas dan homogenitas yang melandasi uji *one-way Anova* telah terpenuhi, selanjutnya dilakukan pengujian untuk mengetahui perbedaan kekerasan permukaan antara *resin-based sealant* dan RMGIC *sealant*.

Pada uji *one-way ANOVA*, hipotesis ditentukan melalui suatu rumusan yaitu H0 diterima bila p>0,05 dan ditolak jika p≤0,05. H0

dari penelitian ini adalah tidak ada perbedaan antara nilai kekerasan permukaan *resin-based sealant* dan RMGIC, sedangkan Ha adalah terdapat perbedaan antara nilai kekerasan permukaan *resin-based sealant* dan RMGIC. Hasil uji ANOVA ditemukan bahwa nilai signifikansi yaitu 0,00. Nilai signifikansi lebih kecil dibandingkan 0,05 sehingga H0 ditolak dan dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan antara nilai kekerasan permukaan *resin-based sealant* dan RMGIC *sealant* setelah direndam dalam minuman ringan.

5.2.4 Uji *Post Hoc*

Analisis perbedaan rata-rata dari masing-masing kelompok sampel dapat diketahui melalui uji *Post Hoc.* Metode *Post Hoc* yang digunakan adalah LSD (*Least Significance Differences*). Suatu data dikatakan berbeda secara bermakna apabila nilai signifikansi $p<0,05$ serta pada interval kepercayaan 95%. Uji *Post Hoc* pada penelitian ini digunakan untuk membandingkan nilai kekerasan antara media perendaman pada tiap-tiap bahan sampel. Terdapat dua uji *Post Hoc* yang dilakukan, yaitu uji pada bahan *resin-based sealant* serta uji pada bahan RMGIC *sealant*.

Tidak ada perbedaan bermakna pada nilai kekerasan bahan *resin-based sealant* yang dibandingkan berdasarkan media perendamannya. Nilai signifikansi menunjukkan angka lebih dari 0,05, sehingga tidak ada perbedaan signifikan antara media perendaman. Nilai signifikansi kurang dari 0,05 dapat terlihat pada kelompok bahan RMGIC, yaitu -0,62 pada perbandingan antara kelompok P2 dan P4 di hari ke-0, P2 dan P4 di hari ke-14 dengan nilai -4,32, serta K2 dan P2 di hari ke-21 dengan nilai -7.02. Hal ini menunjukkan adanya perbedaan signifikan pada media perendaman yang digunakan.

5.3 Pembahasan

Data yang telah dikumpulkan dan dilakukan uji statistika menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara kekerasan *resin-based sealant* dan RMGIC *sealant* setelah direndam dalam minuman ringan. Hasil uji *one-way ANOVA* menunjukkan bahwa rata-rata kekerasan permukaan *resin-based sealant* terhadap masing-masing media perendaman memiliki perbedaan yang tidak signifikan ($p>0,005$), sedangkan hasil uji *Post-Hoc* yang membandingkan rata-rata kekerasan permukaan berdasarkan ketiga media perendaman juga tidak didapatkan perbedaan yang signifikan. Hasil uji *one-way ANOVA* menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan dari rata-rata kekerasan permukaan RMGIC *sealant* terhadap masing-masing media perendaman. Hasil uji *Post-Hoc* menunjukkan adanya perbedaan signifikan ($p<0,5$) pada RMGIC yang direndam dalam Nutrisari dan Marimas.

Pengamatan menunjukkan bahwa terjadi kenaikan nilai kekerasan permukaan *resin-based sealant* secara bertahap selama 14 hari, yang kemudian diikuti oleh penurunan kekerasan pada pengamatan di hari ke-21. Pola ini terjadi pada media perendaman Nutrisari dan Marimas, sedangkan pada media perendaman akuades didapatkan peningkatan yang terus terjadi walaupun dalam nilai yang lebih kecil. Hal ini diduga dapat terjadi karena masih adanya efek polimerisasi yang terlambat (Mielding et al., 1998).

Peningkatan kekerasan permukaan terjadi pada 7 hari pertama disebabkan oleh bertambahnya konversi monomer dan penambahan reaksi *cross-link* sesudah dipolimerisasi di dalam resin. Kekerasan permukaan pada hari ke-21 menunjukkan penurunan jika dibandingkan dengan kekerasan permukaan pada hari ke-7. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Erdemir (2013). Penurunan kekerasan permukaan terjadi akibat adanya tendensi bahan untuk terkikis jika berada dalam kondisi asam. Asam dalam minuman ringan menunjang pelepasan monomer yang tidak bereaksi dengan berpenetrasi keluar dari matriks resin, sehingga menyebabkan nilai kekerasan yang lebih rendah (Erdemir, 2013).

Pengamatan yang dilakukan menunjukkan bahwa sampel *resin-based sealant* yang direndam dalam akuades (K1) memiliki rata-rata nilai kekerasan lebih kecil dibandingkan sampel yang direndam dalam media perendaman Nutrisari pada hari ke-21. Hal ini tidak sejalan dengan penelitian lain yang menunjukkan bahwa sampel resin komposit yang direndam dalam akuades memiliki nilai kekerasan lebih tinggi daripada media perendaman lain (Albadr and Hassan, 2017). Hal ini diduga karena jumlah sampel dalam kelompok K1 lebih kecil (3 sampel) daripada kelompok sampel yang direndam dalam Nutrisari (4 sampel) pada hari ke-21 karena satu sampel dari kelompok K1 mengalami kepatahan sehingga tidak dapat dilakukan uji kekerasan.

Pada penelitian ini, sampel *resin-based sealant* patah saat dilakukan uji kekerasan, yaitu ketika indentor mengaplikasikan tekanan. Patahnya resin komposit dapat disebabkan oleh beberapa faktor, di antaranya adalah kerusakan kimiawi akibat hidrolisis, kerusakan kimiawi akibat efek yang berhubungan dengan tekanan yang diaplikasikan, dan perubahan kimia akibat adanya kelarutan (Drummond, 2009). Tekanan yang diaplikasikan dapat menyebabkan fraktur pada resin komposit oleh karena adanya kesalahan pada saat manipulasi dan fabrikasi resin komposit, misalnya pemolesan atau *grinding* (Rodrigues et al., 2007).

Pola penurunan nilai kekerasan selama periode waktu perendaman juga terjadi pada RMGIC *sealant*. Hal ini dapat dikarenakan oleh adanya serangan asam terhadap matriks poliasam serta adanya pelepasan fluor dari material setelah dilakukan perendaman (Fatima et al., 2013). Ion H^+ dari media perendaman asam berdifusi dalam komponen RMGIC *sealant* dan menggantikan kation logam dari matriks. Kation terbebas ini kemudian berdifusi keluar dan dilepas dari permukaan, menyebabkan terjadinya penurunan kekerasan (Maganur et al., 2013).

Sampel RMGIC *sealant* yang direndam dalam Nutrisari dan Marimas memiliki perbedaan yang signifikan walaupun memiliki pH yang sama, yaitu 4. Perbedaan signifikan tersebut dapat disebabkan karena kekuatan asam tidak hanya bergantung pada pH, tetapi juga melibatkan faktor lain, seperti jumlah asam yang tersedia, kapasitas

bufer, keasaman titrasi, pKa, dan konsentrasi asam (Mustain et al., 2017).

Hasil uji *one-way ANOVA* menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara nilai rata-rata kekerasan *resin-based sealant* dan RMGIC *sealant*, dengan *resin-based sealant* memiliki kekerasan yang lebih rendah daripada RMGIC *sealant*.

Hasil tersebut tidak sejalan dengan penelitian yang telah ada, di mana nilai kekerasan permukaan *resin-based sealant* lebih tinggi daripada RMGIC *sealant*. Hal ini diduga dapat terjadi karena adanya faktor lain yang mempengaruhi nilai kekerasan, di antaranya adalah durasi *curing*, suhu, serta kehalusan permukaan resin komposit (Alshaafi, 2017 dan Chinelatti et al., 2006). Alshaafi (2017) menyebutkan bahwa durasi *curing* yang diperpanjang lebih dari rekomendasi pabrik (>20 detik) memberikan efek positif terhadap kekerasan resin komposit. Selain itu, suhu juga dapat mempengaruhi sifat fisik resin komposit. Peningkatan suhu menyebabkan menurunnya viskositas bahan resin komposit, sehingga terjadi peningkatan mobilitas molekul monomer dalam matiks resin serta pembentukan radikal bebas yang dapat menunjang sifat fisik resin komposit (Palin et al., 2014). Kehalusan permukaan yang didapatkan dari pemolesan resin komposit juga dapat mempengaruhi kekerasan. Pemolesan permukaan resin komposit setelah proses polimerisasi dapat menghilangkan lapisan superfisial yang terbuat dari matriks organik yang lebih lunak, sehingga kekerasan dapat meningkat (Chinelatti et al., 2006).

Pada penelitian yang dilakukan, durasi *curing* disesuaikan dengan rekomendasi pabrik yaitu 20 detik, sehingga dapat menjadi kemungkinan alasan terjadinya nilai kekerasan yang tidak optimal. Suhu lingkungan ketika pembuatan sampel juga diketahui setara atau lebih rendah dari suhu ruangan karena dilakukan pada pagi hari. Pemolesan permukaan tidak dilakukan setelah polimerisasi resin dengan anggapan awal bahwa kehalusan permukaan dapat dicapai juga ketika selapis *celluloid strip* diletakkan di atas *resin-based sealant* sebelum pemberian tekanan untuk memastikan homogenitas sampel. Selain itu, pemolesan yang tidak dilakukan juga menyebabkan kegagalan dalam pengujian nilai kekerasan

menggunakan instrumen kekerasan Vickers, sehingga menyebabkan pengulangan dalam pembuatan sampel RMGIC *sealant.* Kehalusan permukaan tidak bisa dicapai hanya dengan penekanan mengunakan benda datar karena masih terdapat ketidakrataan pada permukaan, sedangkan salah satu syarat dalam pengujian kekerasan Vickers adalah kehalusan permukaan.

Hal lain yang mungkin menjelaskan rendahnya nilai kekerasan *resin-based sealant* adalah jalur difusi air yang terjadi di antara partikel bahan pengisi dan matriks organik. Difusi ini menyebabkan adanya degradasi dari *coupling agent* dan bahan pengisi, sehingga mempengaruhi sifat permukaan seperti nilai kekerasan permukaan (Cilli et al., 2012).

Keterbatasan dalam penelitian ini adalah periode waktu yang terlalu singkat, sehingga pola penurunan yang terjadi pada kedua bahan sampel tidak dapat diamati secara lebih baik. Pengamatan yang dilakukan dalam periode lebih lama serta durasi perendaman yang lebih panjang dapat memperlihatkan pola penurunan nilai kekerasan permukaan bahan. Selain itu, untuk memastikan sampel berada dalam kondisi optimal, sampel semestinya dipoles terlebih dahulu untuk mendapatkan permukaan yang halus.

BAB VI
PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Nilai kekerasan *resin-based sealant* yang direndam dalam minuman ringan jenis Nutrisari adalah 6,5 HV, sedangkan nilai kekerasan *resin-based sealant* yang direndam dalam minuman ringan jenis Marimas adalah 5,8 HV.
2. Nilai kekerasan RMGIC *sealant* yang direndam minuman ringan jenis Nutrisari adalah 16,5 HV, sedangkan nilai kekerasan RMGIC *sealant* yang direndam dalam minuman ringan jenis Marimas adalah 13,5 HV.
3. Nilai kekerasan permukaan antara *resin-based sealant* dan RMGIC *sealant* memiliki perbedaan yang signifikan setelah perendaman dalam minuman ringan. RMGIC *sealant* memiliki nilai kekerasan yang lebih besar.

6.2 Saran

Berdasarkan kekurangan yang ada pada penelitian ini, saran untuk penelitian selanjutnya adalah:

1. Durasi perendaman yang lebih panjang untuk mengetahui efek yang ditimbulkan oleh minuman ringan pada *resin-based sealant* dan RMGIC.
2. Periode waktu yang lebih lama untuk mengetahui pola penurunan nilai kekerasan permukaan pada *resin-based sealant* dan RMGIC.
3. Kandungan asam dalam minuman ringan dapat mengikis permukaan bahan, sehingga dapat dilakukan penelitian mengenai perubahan kekasaran permukaan *resin-based sealant* dan RMGIC setelah perendaman dalam minuman ringan.

DAFTAR PUSTAKA

Akhriani, M., Fadhilah, E., Kurniasari, FN. 2016. Hubungan Konsumsi Minuman Berpemanis dengan Kejadian Kegemukan pada Remaja di SMP Negeri 1 Bandung. *Indonesian Journal of Human Nutrition*, 3(1), 29-40.

Albadr, Rafid, Hassan, Harth A. 2017. Effect of immersion in different media on the mechanical properties of dental composite resins. *International Journal of Applied Dental Sciences*, 3(1), 81-88.

AlShaafi, Maan M. 2017. Factors affecting polymerization of resin-based composites: A literature review. *The Saudi Dental Journal*, 2, 48-58.

American Academy of Pediatric Denstistry. 2016. Use of Pit-and Fissure Sealant. *Reference Manual*, 39 (6), 156-172.

Anusavice. 2012. Phillip's Science of Dental Materials 12th Edition. Missouri: Saunders Elsevier.

Australian Dental and Oral Health Therapist Association. 2014. Position Statement 9: Restorative Materials. Media Release.

BDP. 2018. Biodinamica Dental Products [online]. Tersedia di http://www.bdpdental.pt/index.php/en/preventive-prophylaxis/sealants/271-bioseal-light-curing/ [Diakses pada 25 September 2018].

Berg, J. 2002. Glass Ionomer Cements. *Pediatric Dentistry*, 24(5), 431.

Bevilacqua, A. Sossi, M. Cadenaro, R. 2007. Comparative evaluation of the microhardness of 4 dental sealants. European Journal of Paediatric Dentistry, 4, 179-182.

Bhaduri, Amit. 2018. Mechanical Properties and Working of Metals and Alloys. Springer.

British Soft Drinks Association. 2018. The British Soft Drink Association [online]. Tersedia di http://www.britishsoftdrinks.com/ [Diakses pada 11 Juli 2018].

Cahyadi, W. (2009). Analisis dan Aspek Kesehatan Bahan Tambahan Pangan. Jakarta: Bumi Aksara.

Chinelatti, M A., Chimello, D T., Ramos, R P. 2006. Evaluation of the surface hardness of composite resins before and after polishing at different times. *Journal of Applied Oral Science*, 14(3).

Cilli, R., Pereira, J.C., Prakki, A. 2012. Properties of dental resins submitted to pH catalysed hydrolysis. *Journal of Dentistry*, 40(12), 1144-1150.

Choudhary, H., Kumar, M., Ruby. 2017. Comparative Evaluation of Effect of Different Beverages on Surface Micro Hardness of Various Restorative.

Czarnecka, B., Shaw, H., Nicholson J. 2002. Buffering and ion-release by a glass ionomer cement under near-neutral and acidic conditions. *Biomaterials*, 23, 2783-2788.

Dianysopoulos, D., Tolidis, K., Gerasimou, P. 2016. The effect of composition, temperature and post-irradiation curing of bulk fill resin composites on polymerization efficiency. *Materials Research*, 19(2), 466-473.

Drummond, James L. 2008. Degradation, fatigue and failure of resin dental composite material. *Journal of dental research*, 87(8), 710-9.

Ei, TZ., Shimada Y., Nakashima S., 2018. Comparison of resin-based and glass ionomer sealants with regard to fluoride-release and anti-demineralization efficancy on adjacent unsealed enamel. *Dental Material Journal*, 37(1), 104-112.

Erdemir, U., Yildiz, E., Eren, MM. 2013. Surface hardness evaluation of different composite resin materials: influence of sports and energy drinks immersion after a short-term period. *Journal of Applied Oral Science*. 21(2), 124-131.

Fatima, N., Abidi, S., Qazi, F. 2013. Effect of different tetra pack juices on microhardness of direct tooth colored-restorative materials. *The Saudi Dental Journal*, 25, 29-32.

Filho, P., Cavalcante, T., Albuquerque, V. 2010. Brinell and Vickers Hardness Measurement using Image Processing and Analysis Techniques. *Journal of Testing and Evaluation*, 38(1), 102-220.

FMS Dental Hospital. 2016. Pit and fissure sealants. FMS Dental Hospital. [online] tersedia pada: http://www.fmsdental.com/pit-and-fissure-sealants/ [Diakses 3 Juni 2018].

GC. 2018. GC Fuji II LC Light-Cured Resin-Reinforced Restorative [online]. Tersedia pada www.gcamerica.com/products/operatory/GC_Fuji_II_LC/ [diakses tanggal 6 Oktober 2018].

Harrington, S. 2008. The Role of Sugar-Sweetened Beverage Consumption in Adolescent Obesity: A Reveiw of the Literature. *The Journal of School Nursing*, 24(1), 3-12.

Harty, F.J., Ogston R. 2012. Kamus Kedokteran Gigi. Jakarta: EGC

Hengtrakool C, Kukiattrakoon B, Kedjarune-Leggat U. 2011. Effect of naturally acidic agents on microhardness and surface micromorphology of restorative materials. *European Journal of Dentistry,* 5(1), 89–100.

Igoe, RS., Hui, YH. 2001. Dictionary of Food Ingredients Fourth Edition. Gaithersburg: Aspen Publishers.

Kavaloglu, SC., Sandalli, N. 2007. Compressive Strength, Surface Roughness, Fluoride Release and Recharge of Four New Fluoride-releasing Fissure Sealants. *Dental Materials Journal*, 26(3), 335-341.

Kusriningrum. 2008. Perancangan Percobaan. Surabaya: Airlangga University Press.

Maganur, P., Namineni, S., Vishwanathaiah, S. 2013. Erosive effect of Soft Drink and Fresh Fruit Juice on Restorative Material. *World Journal of Dentistry*, 4(1), 32-40.

Malek, S., Hossain, M., Gafur, A. 2017. Comparative study of resin sealant and resin modified glass ionomer as pit and fissure sealant. *Bangladesh Journals Online*, 10(1).

Mielding, P., Ortengren, U., Wennerberg, A. 1998. Microhardness and Surface Topography of oa Composite Resin Cement after Water Storage, The International Journal of Prosthodontics, 11(1), 21-26.

Mota, EG., Fulginiti RL., Prietsch, DL. 2014. The influence of testing protocols on microhardness tests of composite resin with different viscosities. OHDM, 13(4), 1140-1142.

Munhoz, T., Nunes, U., Seabra, L. 2016. Characterization of Mechanical Properties, Fluoride Release and Colour Stability of Dental Sealants. *Brazilian Research in Pediatric Dentistry and Integrated Clinic*, 16(1), 149-158.

Mustain SMB, Alkadhim AH, Fatah FA. 2017. Effect of Tropical Fruit Juices on Surface Roughness of Toot Coloured Restorative Materials. J Dent Sci Res Ther, 26-29.

Naaman, R., El-Housseiny, A., Alamoudi, N. 2017. The Use of Pit and Fissure Sealants-A Literature Review. *Dentistry Journal*, 5(4), 1-7

Ningsih, S., Restuastuti, T., Endriani, R. 2016. Gambaran Pengetahuan dan Sikap Menyikat Gigi pada Siswa-Siswi dalam Mencegah Karies di SDN 005 Bukit Kapur Dumai. *Jom FK*, 3(2), 1-2.

Noort, Richard van. 2013. Introduction to Dental Materials 4th Edition. Mosby Ltd.

Palin, W.M., Hadis, M.A., Leprince, J.G. 2014. Reduced polymerization stress of MAPO-containing resin composites with increased curing speed, degree of conversion and mechanical properties. *Dent. Mater*, 30, 507–516.

Pinkham. 2005. Pediatric Dentistry Infancy Through Adolescence Fourth Edition. Missouri: Elsevier Saunders.

Poggio, C., Andenna, G., Ceci, M. 2016. Fluoride release and uptake abilities of different fissure sealants. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 8(3), e284-e289.

Prakki, A. Cilli, R. Mondelli, RF. 2005. Influence of pH environment on polymer based dental material properties. *Journal of Dentistry* (33), 91-98.

Reddy, A., Norris, DF., Momeni, SS. 2017. The pH of beverages available to the American consumer. *J Am Dent Assoc*, 147(4), 255-263.

Reddy, K., Sivapriya, Kumar A. 2016. Optimization of Food Acidulant to Enhance the Organoleptic Property in Fruit Jellies. Journal of Food Processing and Technology, 7(635)

RISKESDAS. 2018. Riset Kesehatan Dasar 2018. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Kementrian Kesehatan RI.

Rodrigues SA, Ferracane JL, Della Bons A. 2007. Flexural strength and Weibull analysis of a microhybrid and a nanofill composite evaluated by 3- and 4-point bending tests. Dental Material Journal, 24(3), 426-431.

Rueggeberg FA., Giannini M., Arrais C. 2017. Light curing in dentistry and clinical implications: a literature review.

Samal, D., Gouda, S., Patra, J.K. 2017. Food Preservatives and Their Uses: A Short Report. Asian Journal of Biology, 4(1), 1-4.

Sidhu, SK., Nicholson, JW. 2016. A Review of Glass-Ionomer Cements for Clinical Dentistry. *Journal of Functional Biomaterials*, 7(16), 1-15.

Sreedevi, A., Mohamed, S. 2018. Sealant, Pit and Fissure. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing.

Sulistyarianto, D. 2015. Analisis Pemetaan Top Brand Minuman Serbuk Saribuah (Studi Kasus Konsumen Produk Minuman Serbuk Saribuah Merek Nutrisari, Marimas, dan Jasjus di Kota Semarang). Skripsi. Semarang: Universitas Diponegoro.

Swarjana, Ketut. 2012. Metodologi Penelitian Kesehatan. Yogyakarta: ANDI.

Tuncer, D., Karaman, E., Firat, E. 2013. Does the temperatur of beverages affect the surface roughness, hardness, and color stability of a composite resin? *European Journal of Dentistry*, 7(2), 165-171.

Turssi CP., Hara AT., Serra MC. 2002. Effects of storage media upon the surface micromophology of resin-based restorative materials. J Oral Rehabil, 29, 1787-1795.

WHO. 2017. Sugars and Dental Caries. WHO Techincal Information Note.