

# Jurnal Kesehatan Gigi

p-ISSN: [2407-0866](#)e-ISSN: [2621-3664](#)<http://ejournal.poltekkes-smg.ac.id/ojs/index.php/jkg/index>

## The Effect Of Different Curing Time on Giomer's Fluoride Release

Raihan Zachary Ramadhan<sup>1</sup>, Irfan Dwiandhono<sup>2</sup>, Pratiwi Nur Widyaningsih<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup>Jurusan Kedokteran Gigi, Fakultas Kedokteran, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto

Corresponding author: Raihan Zachary Ramadhan

Email: [raihan.ramadhan@mhs.unsoed.ac.id](mailto:raihan.ramadhan@mhs.unsoed.ac.id)

### ABSTRACT

Dental caries is one of the chronic disease of the oral cavity with a prevalence of 45,3% in Indonesia. Fluoride is one of the substance that could help in preventing caries and secondary caries. Fluoride can also be found in restorative materials used in dentistry that could release fluoride ions inside the oral cavity. The aim of this study is to determine the differences of different curing time on giomer's fluoride release. The method used in this study is experimental laboratory design using 27 giomer samples that are divided into 3 groups based on the duration of irradiation of 20 seconds, 40 seconds, and 60 seconds. Fluoride-release were observed by immersing the polymerized restorative material into artificial saliva and then tested using UV-Vis Spectrophotometer with a wavelength of 570 nm. One way ANOVA test showed differences in fluoride levels in the 3 treatment groups with  $p < 0.05$ . There was a significant difference in fluoride levels between polymerized giomer restorative materials with curing time of 20, 40, and 60 seconds.

Keyword : Fluoride; giomer; Dental Caries; Spektrofotometri Uv-Vis

### Pendahuluan

Karies gigi merupakan suatu penyakit yang bersifat multifaktorial, di mediasi oleh biofilm dan dipengaruhi oleh kadar gula dalam rongga mulut yang menyebabkan terjadinya demineralisasi pada jaringan keras gigi. Keseimbangan antara faktor patologis dan faktor pelindung pada rongga mulut dapat mempengaruhi inisiasi dan juga perkembangan karies [1]. Berdasarkan Riskesdas pada tahun 2018, sejumlah 57,6% penduduk Indonesia mengalami permasalahan gigi dan mulut dalam 12 bulan terakhir dan hanya 10,2% yang mendapatkan perawatan oleh tenaga medis gigi. Prevalensi karies pada 300.000 rumah tangga atau 1,2 juta jiwa adalah sebesar 45,3% dengan prevalensi tertinggi ada pada kelompok usia 55-64 tahun sebesar 96,8%, sementara karies akar memiliki prevalensi yang cenderung meningkat dengan titik tertinggi pada kelompok usia 35-44 tahun dan kembali menurun pada kelompok umur setelahnya [2].

Karies sekunder atau disebut juga *Caries Associated with Restoration or Sealants (CARS)* [3] dapat menjadi sebuah indikasi adanya kegagalan dalam tindakan restorasi sebelumnya. Penggunaan bahan restorasi yang mampu melepaskan *fluoride* ke rongga mulut terbukti efektif dalam mencegah terjadinya karies sekunder di daerah sekitar tumpatan dengan membentuk lapisan *fluorhydroxyapatite* pada jaringan keras gigi [4]. Proses patologis dari karies sekunder ini mengikuti konsep yang sama dengan karies pada umumnya, seperti adanya demineralisasi, hingga disolusi komponen organik yang mencapai dentin. Penyebab karies sekunder dapat dikategorikan menjadi 3 macam, yaitu (1) disebabkan langsung oleh restorasi yang tidak sempurna, (2) disebabkan oleh restorasi yang ada sehingga menyebabkan penurunan kadar pH di dalam rongga mulut, atau (3) tidak disebabkan langsung oleh material restorasi, namun disebabkan oleh karies lain yang berdekatan dengan material restorasi [5].

Material restorasi yang memiliki kemampuan melepaskan *fluoride* (fluor-release) dapat digunakan untuk perawatan preventif karies, terutama pada pasien dengan resiko karies yang tinggi dengan cara mengurangi laju demineralisasi enamel dan dentin serta menghambat perkembangan bakteri penyebab karies. Kadar *fluoride* yang terkandung dalam saliva orang dewasa normal berkisar dari 0,02-1,93 ppm seiring berjalannya aktivitas harian, dengan rerata  $\pm 0,41$  ppm setiap harinya. Kadar *fluoride* harian yang dihasilkan tersebut belum cukup untuk memicu proses remineralisasi optimal yang membutuhkan konsentrasi minimal sebesar 3 ppm [4].

Giomer adalah sebuah material restorasi yang menggabungkan karakteristik mekanik dan estetik dari resin komposit dan perlindungan lesi karies dari komponen *glass-ionomer cement* (GIC). Giomer sendiri terdiri dari matriks yang tersusun dari bis-GMA (*Bisphenol A-Glycidyl Metacrylate*) dan monomer lainnya seperti *Urethan edimeth crylate* (UDMA) dan triethylen eglycol dimethacrylate (TEGDMA), filler dari kaca bioaktif yang sudah di preaktivasi, dan bahan photoaktivasi cahaya berupa *camphorquinone* [6]. Konsistensi dari giomer ini sendiri tersedia dalam bentuk *flowable* atau konvensional dengan kadar pelepasan *fluoride* sebesar 5,58 ppm yang dapat digunakan sebagai perlindungan antibakteri [7]. Giomer memiliki beberapa keunikan berupa tidak adanya reaksi asam saat berkontak dengan saliva serta kemampuannya untuk melepaskan dan mengisi ulang *fluoride* yang ada [6].

Kadar fluor yang dilepaskan atau *fluor-release* merupakan salah satu properti yang dimiliki oleh bahan restorasi giomer. Menurut Rusnac et al., (2019) kaca bioaktif yang terdapat di dalam komposisi giomer dapat larut apabila berkontak dengan saliva dan melepaskan ion teraupetik seperti fosfat, *fluoride*, dan kalsium, pelepasan ini dapat mempengaruhi pembentukan mineral *fluoroapatite* [8]. Kadar fluor yang dilepaskan dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti temperatur, pH lingkungan, teknik pengolahan, media di sekitar material, waktu penyinaran, jenis penyinaran, hingga daerah yang terekspos ke lingkungan oral [9]. Waktu curing dapat mempengaruhi kadar pelepasan *fluoride* dengan mempengaruhi jumlah derajat polimerisasi yang terjadi, ikatan karbon ganda C=C pada material akan berubah menjadi ikatan karbon tunggal C-C seiring lama waktu curing yang dilakukan bertambah, hal tersebut nantinya akan mempengaruhi mobilitas dari gugus polimer asam

karboksilat akibat kohesi yang terjadi sehingga mempengaruhi pelepasan ion hidrogen yang akan bereaksi dengan filler dan melepas *fluoride* ke lingkungan oral di sekitar tumpatan [10].

Penelitian oleh Olmos-olmos et al., (2021) juga menemukan adanya perbedaan kadar fluor-release dua bahan RMGIC yang berbeda (Vitremer™ dan Ketac™) dalam kelompok waktu curing 10, 20, 30, 40, dan 60 detik. Hal ini diteliti akibat belum ditemukannya pengaruh biomaterial yang teraktivasi cahaya kepada efek antikariogenik yang dimilikinya [10]. Kaya et al. (2018) juga menyatakan dalam penelitiannya bahwa alat curing dan juga protokol dalam perlakuan giomer sangat mempengaruhi mikrostruktur bahan restorasi dan juga karakteristik antikariogenik yang dimiliki [11].

Bahan-bahan restorasi yang mengandung komposit memiliki waktu curing yang optimal pada rentang 10 – 20 detik. Waktu curing dari bahan restorasi Giomer sendiri adalah 20 detik untuk bagian dentin dan 10 detik untuk bagian enamel [12]. Waktu curing juga dapat dilakukan selama 40 detik untuk bahan yang lebih tebal, dan 60 detik apabila tip emisi yang digunakan lebih besar [13]. Berdasarkan uraian tersebut, penulis tertarik untuk melakukan penelitian mengenai pengaruh lama waktu light-curing terhadap kadar pelepasan *fluoride* bahan komposit giomer dengan menggunakan light-cure LED dengan panjang gelombang 470 nm dan intensitas cahaya 1200 mW/cm<sup>2</sup>.

## Metode Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimental murni laboratoris dengan rancangan *post test only control group*. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kedokteran Gigi Dasar Jurusan Kedokteran Gigi, Fakultas Kedokteran, Universitas Jenderal Soedirman, dan Laboratorium Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jenderal Soedirman pada bulan Oktober tahun 2022.

Sampel dalam penelitian ini adalah bahan restorasi giomer berbentuk silinder dengan diameter 5 mm dan tinggi 2 mm dengan perlakuan lama waktu *curing* 20, 40 dan 60 detik. Sampel penelitian berjumlah 27 buah dengan masing-masing kelompok perlakuan berjumlah 9 buah.

Penelitian ini diawali dengan pegajuan dan pembuatan *Ethical Clearance* dilakukan di Komisi Etik Penelitian Kesehatan (KEPK), Fakultas Kedokteran, Universitas Jenderal Soedirman dengan nomor surat Ref: 020/KEPK/PE/VIII/2022

dan pembuatan sampel penelitian di Laboratorium Kedokteran Gigi Dasar Jurusan Kedokteran Gigi, Fakultas Kedokteran, Universitas Jenderal Soedirman. Sampel dibuat didalam cetakan *stainless steel* dengan ukuran diameter 5 mm dan tinggi 2 mm, bagian bawah sampel yang berbatasan dengan cetakan diberikan *celluloid strip* untuk mencegah terjadinya kontaminasi. Sampel lalu diberikan perlakuan lama waktu *curing* 20, 40, dan 60 detik dengan panjang gelombang 570 nm. Sampel yang sudah melalui proses *curing* lalu dimasukkan ke dalam tabung berisikan saliva buatan yang tidak mengandung *fluoride* dan diletakan ke dalam inkubator dengan suhu 37° selama 24 jam. Sampel yang sudah di inkubasi selama 24 jam lalu dikeluarkan dan dilakukan pengukuran kandungan *fluoride* pada saliva perendaman sampel.

Penelitian kadar pelepasan *fluoride* dalam sampel saliva diawali dengan pembuatan larutan induk 100 ppm/25 ml dengan melarutkan 2,5 ml larutan standar *fluoride* di dalam labu pengenceran 50 ml dengan aquades sebanyak 25 ml. selanjutnya dengan menggunakan larutan induk 100 ppm/5 ml, dilakukan pembuatan larutan standar kalibrasi 2, 4, 6, 8, 10 ppm dengan melarutkan 1, 2, 3, 4, 5 ml larutan induk dengan aquades pada 5 buah labu pengenceran 50 ml yang berbeda hingga garis batas. Selanjutnya, dilakukan pembuatan larutan blanko di gelas *beaker* 250 ml, dengan komposisi 10 ml larutan SPADNS yang sudah dilarutkan dengan aquades serta dicampurkan dengan larutan asam HCl 0,001M 0,05 ml yang sudah dilarutkan dengan aquades.

Larutan Asam zirconil dibutuhkan untuk membuat larutan kerja. Larutan ini dibuat dengan melarutkan 5,32 mg asam zirconat dengan 5 ml aquades dan dicampurkan dengan HCl 0,001 M sebanyak 0,05 ml yang sudah dilarutkan dengan 10 ml aquades. larutan asam zirconil sebanyak 25 ml ini lalu dicampurkan dengan SPADNS sebanyak 25 ml untuk membuat larutan SPADNS - asam zirconil.

Larutan kerja lalu dibuat dengan mengambil 2 ml saliva dari masing-masing tabung kelompok *curing* dan diletakan pada tabung reaksi yang berbeda. Saliva yang sudah dipisahkan itu lalu dilarutkan dengan 2 ml larutan standar 4 ppm dan diencerkan dengan aquades. larutan tersebut lalu diambil 5 ml dari tiap tabung dan ditambahkan 1 ml larutan SPADNS – asam zirconil pada tabung uji, larutan tersebut lalu dilakukan pengukuran kadar pelepasan *fluoride*.

Langkah pengujian uji Spektrofotometer UV-Vis diawali dengan melakukan uji kalibrasi

menggunakan larutan standar kalibrasi dan larutan blanko. Larutan blanko sebelumnya diletakan ke dalam kuvet kuarsa referensi dan sampel dengan panjang gelombang 570 nm, nominal yang ada pada layar adalah sebesar 0,000 Abs. Selanjutnya, larutan standar kalibrasi 2, 4, 6, 8, dan 10 ppm diletakan di kurva sampel secara bergantian dan dilakukan pengukuran untuk mengkalibrasikan spektrofotometer UV-Vis. Hasil yang diperoleh pada grafik akan berbentuk garis menurun beriringan dengan meningkatnya konsentrasi larutan uji kalibrasi. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi konsentrasi ion *fluoride* dalam larutan maka akan terjadi pengurangan serapan kompleks pereaksi SPADNS- asam zirconil dan menyebabkan warna larutan semakin memudar dari merah ke jingga seiring bertambahnya jumlah ion *fluoride*.

Uji pelepasan Kadar *fluoride* menurut Şişmanoğlu (2019), dimulai dengan memastikan alat dalam kondisi baik sebelum menekan tombol ON, lalu tombol 190 ditekan untuk mengubah tampilan untuk mengukur kadar *fluoride*, panjang gelombang yang akan digunakan adalah 570 nm. Larutan blanko lalu dimasukkan ke dalam kuvet kuarsa 1 (referensi) dengan posisi garis batas-isi menghadap kearah analis, kemudian Larutan sampel 5 ml dimasukkan ke dalam kuvet kuarsa 2 (sampel) dengan posisi garis batas-isi menghadap kearah analis, kemudian tombol START ditekan untuk memulai pengukuran kadar *fluoride* yang terkandung. Hasil yang diperoleh akan ditunjukkan pada kolom Abs F- dalam satuan  $\text{mg/L}^{-1}$  atau ppm dan kemudian dianalisis.

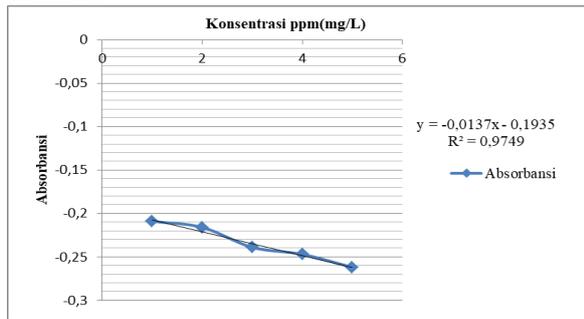
Data dilakukan uji normalitas menggunakan *Saphiro Wilk* ( $n \leq 50$ ) dan uji homogenitas dengan *Levene test*. Data yang didapat terdistribusi normal dan homogen sehingga dianalisis dilanjutkan dengan uji parametrik *One-way ANOVA* dan dilanjutkan dengan uji *Post hoc LSD*.

## Hasil dan Pembahasan

### Hasil uji kalibrasi spektrofotometer UV-Vis

Uji Kalibrasi Spektrofotometer UV-Vis pada penelitian ini dilakukan untuk mencari korelasi antara konsentrasi *fluoride* didalam larutan blanko dengan nilai absorbansi larutan standar kerja *fluoride*, persamaan yang didapat didalam uji kalibrasi ini akan dijadikan rumus untuk mencari kadar *fluoride* dengan satuan ppm. Uji kalibrasi spektrofotometer UV-Vis dilakukan di Laboratorium Kimia, Fakultas Matematika dan IPA, Universitas Jenderal Soedirman. Hasil uji

kalibrasi spektrofotometer UV-Vis Gambar 1 berikut.



**Gambar 1. Kurva larutan standar fluoride (Data primer terolah, 2022)**

Berdasarkan nilai absorbansi yang diperoleh dari pengukuran larutan standar fluoride dengan larutan blanko menggunakan instrumen spektrofotometerometri, diperoleh persamaan regresi linear  $y = -0,137x - 0,1935$  dengan koefisien korelasi atau  $R^2 =$  sebesar 0,9749. Koefisien korelasi menunjukkan adanya korelasi antara nilai absorbansi dengan konsentrasi kadar fluoride didalam larutan kerja fluoride. Koefisien korelasi yang bernilai +1 menunjukkan bahwa korelasi memiliki kemiringan (*slope*) positif sedangkan koefisien korelasi dengan nilai -1 menunjukkan bahwa korelasi memiliki kemiringan (*slope*) negatif. Uji kalibrasi yang baik juga akan menunjukkan nilai yang meningkat seiring bertambahnya konsentrasi fluoride didalam larutan kerja [14]. Uji kadar fluoride dilakukan setelah mendapatkan persamaan regresi linear dari kurva kalibrasi. Nilai absorbansi yang akan ditunjukkan saat dilakukan pengukuran sampel di spektrofotometerterometer berlaku sebagai nilai (y) didalam persamaan regresi linear, lalu kadar fluoride dapat dihitung dengan mencari nilai (x) dari persamaan regresi linear tersebut dalam satuan ppm.

### Hasil uji kadar pelepasan fluoride spektrofotometer UV-VIS

Uji kadar pelepasan fluoride spektrofotometer UV-Vis untuk mencari nilai absorbansi fluoride di dalam larutan kerja dilakukan di Laboratorium Kimia, Fakultas Matematika da IPA, Universitas Jenderal Soedirman. Nilai absorbansi ion fluoride dalam larutan kerja diamati dan dianalisis dengan memasukan nilai yang ditampilkan pada Tabel 1 kedalam persamaan regresi linear pada uji kalibrasi, nilai absorbansi sendiri berlaku sebagai nilai (y) dan konsentrasi ion fluoride yang dicari adalah nilai (x). Konsentrasi ion fluoride dari 27 sampel dengan waktu perlakuan 20, 40 dan 60

detik ditunjukkan pada Tabel 2. Hasil dari Tabel 2 ini lalu dapat dianalisis kembali untuk mendapatkan rerata pelepasan fluoride pada masing-masing kelompok sampel.

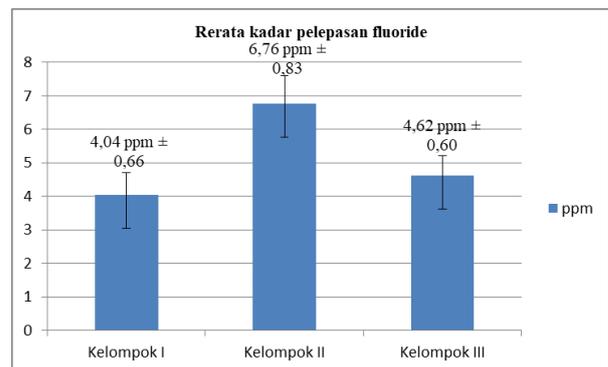
**Tabel 1. Nilai absorbansi sampel**

| No. | Sampel | Kelompok     |               |                |
|-----|--------|--------------|---------------|----------------|
|     |        | I (20 detik) | II (40 detik) | III (60 detik) |
| 1   | 1      | 0,239        | 0,292         | 0,257          |
| 2   | 2      | 0,26         | 0,297         | 0,259          |
| 3   | 3      | 0,258        | 0,295         | 0,256          |
| 4   | 4      | 0,24         | 0,276         | 0,261          |
| 5   | 5      | 0,254        | 0,275         | 0,264          |
| 6   | 6      | 0,236        | 0,279         | 0,242          |
| 7   | 7      | 0,252        | 0,289         | 0,245          |
| 8   | 8      | 0,244        | 0,27          | 0,267          |
| 9   | 9      | 0,256        | 0,302         | 0,26           |

**Tabel 2. Hasil uji pelepasan fluoride giomer**

| No.    | Sampel | Kelompok     |               |                |
|--------|--------|--------------|---------------|----------------|
|        |        | I (20 detik) | II (40 detik) | III (60 detik) |
| 1      | 1      | 3,321167883  | 7,189781022   | 4,635036496    |
| 2      | 2      | 4,854014599  | 7,554744526   | 4,781021898    |
| 3      | 3      | 4,708029197  | 7,408759124   | 4,562043796    |
| 4      | 4      | 3,394160584  | 6,02189781    | 4,927007299    |
| 5      | 5      | 4,416058394  | 5,948905109   | 5,145985401    |
| 6      | 6      | 3,102189781  | 6,240875912   | 3,540145985    |
| 7      | 7      | 4,270072993  | 6,97080292    | 3,759124088    |
| 8      | 8      | 3,686131387  | 5,583941606   | 5,364963504    |
| 9      | 9      | 4,562043796  | 7,919708029   | 4,854014599    |
| Rerata |        | 4,03487429   | 6,759935118   | 4,618815896    |
| SD     |        | 0,662        | 0,828         | 0,604          |

Berikut merupakan nilai rerata kadar pelepasan ion fluoride pada masing-masing kelompok perlakuan 20, 40, dan 60 detik



**Gambar 2. Kadar pelepasan ion fluoride dalam satuan ppm (Data Primer, 2022)**

### Analisis data

Data yang diperoleh selanjutnya dilakukan uji normalitas menggunakan *Saphiro -Wilk Test* dan homogenitas menggunakan *Levene Test* pada Tabel 3. Hasil uji normalitas menunjukkan bahwa data terdistribusi normal ( $p > 0,05$ ) pada setiap kelompok. Data hasil uji selanjutnya dilakukan uji homogenitas menggunakan *Levene Test*. Hasil uji homogenitas didapatkan data dengan variansi yang sama atau terdistribusi homogen ( $p > 0,05$ ).

**Tabel 3. Hasil uji normalitas dan homogenitas**

| Kelompok | Shapiro-wilk |    |       | Homogenitas |
|----------|--------------|----|-------|-------------|
|          | Statistik    | Df | Sig   |             |
| I        | .903         | 9  | .273* | .195*       |
| II       | .932         | 9  | .504* |             |
| III      | .896         | 9  | .232* |             |

Keterangan: \* $p > 0,05$  = signifikan  
 Sumber: (Data Primer, 2022)

Berdasarkan hasil uji normalitas pada Tabel 3 diatas menunjukkan kemampuan pelepasan ion *fluoride* terdistribusi secara normal ( $p > 0,05$ ) dengan rincian *p value* pada kelompok 1 sebesar 0,273 ( $p > 0,05$ ), kelompok 2 *p value* sebesar 0,504 ( $p > 0,05$ ), dan kelompok 3 *p value* sebesar 0,232 ( $p > 0,05$ ). Hasil uji sampel menunjukkan bahwa data terdistribusi normal, selanjutnya dilakukan uji homogenitas menggunakan uji *levene's test*. Uji homogenitas menunjukkan nilai *p* sebesar 0,195 ( $p > 0,05$ ) sehingga berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa data tersebut homogen. Data yang sudah terdistribusi normal dan homogen sudah dapat dilakukan uji analisis parametrik menggunakan *One Way Anova* untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan dalam kadar pelepasan ion *fluoride* pada bahan restorasi giomer dengan waktu *curing* 20, 40, dan 60 detik. Hasil uji *One Way Anova* untuk nilai kadar pelepasan ion *fluoride* bahan restorasi giomer dapat dilihat pada Tabel 4 berikut:

**Tabel 4. Hasil uji One-Way ANOVA nilai kadar pelepasan ion fluoride**

| Kelompok | Jumlah Sampel | Rerata ± SD  | Nilai P |
|----------|---------------|--------------|---------|
| I        | 9             | 4,04 ± 0,662 | .000*   |
| II       | 9             | 6,76 ± 0,828 |         |
| III      | 9             | 4,62 ± 0,604 |         |

Keterangan: \* $p < 0,005$  = terdapat perbedaan bermakna  
 Sumber: (Data Primer, 2022)

Hasil uji pelepasan ion *fluoride* bahan restorasi giomer pada tabel 4 menunjukkan adanya perbedaan yang sangat signifikan dengan nilai ( $p = 0.000$ ) ( $p < 0,05$ ) antara rerata pada kelompok I (kelompok *curing* 20 detik), kelompok II (kelompok *curing* 40 detik), dan kelompok III (kelompok *curing* 60 detik). Selanjutnya, untuk

mengetahui perbedaan bermakna antara kelompok perlakuan, dilakukan uji *Post Hoc LSD*.

**Tabel 5 Hasil uji post-hoc LSD**

| No | Kelompok     | Kelompok I | Kelompok II | Kelompok III |
|----|--------------|------------|-------------|--------------|
| 1  | Kelompok I   |            | 0,000*      | 0,091        |
| 2  | Kelompok II  | 0,000*     |             | 0,000*       |
| 3  | Kelompok III | 0,091      | 0,000*      |              |

Keterangan: \* $p < 0,05$  = terdapat perbedaan bermakna

Sumber: (Data Primer, 2022)

Berdasarkan hasil analisis *Post-Hoc LSD* diatas, diperoleh kesimpulan bahwa terdapat perbedaan antara kelompok *curing* 20 detik dengan kelompok *curing* 40 detik dengan nilai signifikansi sebesar 0,000 ( $< 0,05$ ), serta kelompok *curing* 40 detik dengan kelompok *curing* 60 detik dengan nilai signifikansi sebesar 0,000 ( $< 0,05$ ). Hasil tersebut menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara kelompok perlakuan 20 detik dengan kelompok perlakuan 40 detik, dan kelompok perlakuan 40 detik dengan kelompok perlakuan 60 detik, sementara tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok perlakuan 20 detik dengan kelompok perlakuan 60 detik.

Hasil penelitian uji pelepasan kadar *fluoride* dengan perbedaan perlakuan lama waktu *curing* pada bahan restorasi giomer 20, 40, dan 60 detik menunjukkan adanya perbedaan kadar pelepasan yang signifikan pada masing-masing kelompok. Kelompok perlakuan II atau kelompok perlakuan lama waktu *curing* 40 detik memiliki nilai rerata 6,76 ppm yang menunjukkan hasil pelepasan *fluoride* tertinggi. Kelompok III atau kelompok perlakuan lama waktu *curing* 60 detik memiliki nilai rerata 4,62 ppm yang menunjukkan pelepasan *fluoride* kedua tertinggi. Kelompok I atau kelompok perlakuan lama waktu *curing* 20 detik memiliki nilai rerata 4,04 ppm yang menunjukkan hasil pelepasan *fluoride* terendah.

Uji normalitas dan homogenitas dilakukan terlebih dahulu sebelum melakukan uji parametrik. Uji normalitas yang dilakukan menggunakan uji *shapiro-wilk* karena jumlah sampel kurang dari 50 dan mendapatkan nilai signifikansi sebesar  $p > 0,05$  pada masing-masing kelompok perlakuan yang berarti data terdistribusi dengan normal. Uji homogenitas yang dilakukan memperoleh nilai signifikansi sebesar 0,195 ( $p > 0,05$ ) yang menunjukkan bahwa data homogen. Uji parametrik ANOVA yang dilakukan menunjukkan nilai  $p < 0,005$  yang berarti terdapat perbedaan yang

signifikan antara masing-masing kelompok. Uji *post-hoc* LSD yang dilakukan menemukan perbedaan nilai yang signifikan pada kelompok perlakuan I dan kelompok perlakuan II, kelompok perlakuan II dan kelompok perlakuan III, serta perbedaan yang kurang signifikan pada kelompok perlakuan I dan kelompok perlakuan III.

Bahan restorasi giomer merupakan salah satu bahan restorasi resin komposit yang berpolimerisasi melalui mekanisme fotoaktivasi. Perbedaan kadar pelepasan *fluoride* pada bahan restorasi giomer disebabkan karena adanya pengaruh perbedaan perlakuan lama waktu *curing* yang dilakukan, menurut Ibrahim *et al.* (2021), selain lama waktu *curing*, intensitas cahaya yang digunakan, komposisi bahan, viskositas, ketebalan, dan suhu juga dapat mempengaruhi kadar pelepasan *fluoride* pada bahan restorasi [15].

Pelepasan ion *fluoride* pada bahan restorasi giomer terjadi saat radikal bebas dari fotoinisiator *camphorquinone* terlepas saat diaktivasi menggunakan *lightcure* dan bereaksi dengan monomer yang ada termasuk monomer pada bahan pengisi berupa *silanated* S-PRG (*surface pre-reacted* GIC). *Surface pre-reacted* GIC (S-PRG) pada bahan restorasi giomer merupakan sebuah material bioaktif yang mampu mempertahankan bentuknya melalui reaksi asam-basa antara FAS (*Fluoro-boro-alumino-silicate glass*) dan asam poliakrilat hingga bereaksi dengan air. Semakin banyak radikal bebas yang bereaksi dengan *silanated* S-PRG maka akan semakin banyak ion *fluoride* yang juga dapat dilepaskan dari bahan restorasi giomer tersebut [6].

Perbedaan nilai kadar pelepasan yang signifikan dari kelompok I (20 detik) dan kelompok II (40 detik) menunjukkan bahwa lama waktu *curing* 40 detik dapat dianggap lebih maksimal dalam melepaskan ion *fluoride* dari dalam bahan restorasi tersebut. Hal tersebut dikarenakan jumlah radikal bebas yang tereksitasi lebih banyak dan monomer bermuatan yang beraksi dengan monomer stabil lain membentuk polimer juga lebih banyak. Banyaknya radikal bebas yang ada akan bereaksi dengan bahan pengisi berupa *silanated* S-PRG sehingga ion *fluoride* yang dihasilkan juga akan meningkat dibandingkan kelompok dengan perlakuan *curing* yang lebih singkat. Penambahan waktu *curing* juga dapat menyebabkan penetrasi gelombang *lightcure* lebih dalam dan menyebabkan reaksi polimerisasi yang terjadi lebih banyak sehingga kadar *fluoride* yang dihasilkan juga lebih tinggi saat berkontak dengan air [16]. Hasil yang diperoleh dari

pemaparan lama waktu *curing* LED 40 detik mencapai kedalaman yang lebih menyeluruh dengan penetrasi yang lebih dalam dibandingkan pada penyinaran LED 20 detik, dengan perbandingan jumlah energi radiasi 36.5 J/cm pada kelompok 20 detik dan energi radiasi 73 J/cm pada kelompok perlakuan 40 detik.

Perbedaan pelepasan kadar *fluoride* yang signifikan dari kelompok II (40 detik) dan kelompok III (60 detik) menunjukkan bahwa waktu *curing* 40 detik dianggap lebih optimal dibandingkan waktu *curing* yang lebih lama dari segi pelepasan *fluoride*. Hal ini disebabkan karena pada waktu *curing* 60 detik, derajat konversi dari ikatan karbon ganda menjadi ikatan karbon tunggal lebih tinggi dan menyebabkan kohesi antara ikatan antar polimer yang lebih erat, sehingga dapat mengurangi mobilitas radikal bebas yang ada untuk dapat bereaksi dengan S-PRG dan menghasilkan *fluoride*. Hasil ini sejalan dengan hasil penelitian penelitian pengaruh perlakuan *pre-heating* terhadap bahan restorasi giomer yang dilakukan oleh Winanto *et al.* (2022), dengan hasil yang menunjukkan bahwa meningkatnya derajat konversi pada bahan restorasi giomer akan menyebabkan penurunan kadar pelepasan ion *fluoride* akibat proses polimerisasi yang terjadi lebih sempurna [17].

Rerata pelepasan ion *fluoride* pada kelompok perlakuan I (20 detik) dan kelompok perlakuan III (60 detik) memiliki perbedaan namun tidak signifikan. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah rerata pelepasan *fluoride* dari kelompok III lebih tinggi nilainya dibandingkan rerata pelepasan *fluoride* pada kelompok I. Hal ini disebabkan karena pada kelompok I jumlah radikal bebas yang tereksitasi dari bahan fotoinisiasi tidak sebanyak pada kelompok III, sehingga derajat konversi ikatan karbon ganda menjadi ikatan karbon tunggal pada monomer yang membentuk polimer lebih rendah dibandingkan kelompok III. Tingginya derajat konversi ini akan mempengaruhi reaksi polimerisasi yang terjadi antara radikal bebas dengan bahan pengisi *silanated* S-PRG yang akan melepas ion *fluoride* [15]. Hasil yang diperoleh pada penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Shaymaa *et al.* (2015) yang mendapatkan derajat polimerisasi yang lebih tinggi pada bahan restorasi resin komposit pada waktu 60 detik dengan ketebalan sampel 2-3 mm dibandingkan pada kelompok perlakuan 20 detik dengan ketebalan 2-3 mm [18].

## Simpulan

Kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan adalah terdapat pengaruh lama waktu *curing* dengan kadar pelepasan *fluoride* bahan restorasi giomer, dengan kadar Pelepasan *fluoride* tertinggi terdapat pada bahan restorasi giomer dengan lama waktu *curing* 40 detik dengan rata-rata sebesar 6,76 ppm.

## Daftar Pustaka

- [1] Pitts, N., Zero, D., Marsh, P., Ekstrand, K., Weintraub, J., et al. Dental Caries. *Nature Reviews Disease Primers*. 17030 2017.
- [2] Kementerian Kesehatan RI. Hasil Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) 2018. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Kementerian RI. 2018: 204-216.
- [3] Askar, H., Krois, Joachim., Göstemeyer, G., Bottenberg, P., Zero, D., Banerjee, A., and Schwendicke, F. Secondary caries: what is it, and how it can be controlled, detected, and managed?. *Clinical Oral Investigations*. 24(1): 1869–1876. 2020.
- [4] Dionysopoulos, D. The effect of *fluoride*-releasing restorative materials on inhibition of secondary caries formation. *Fluoride*. 47(3): 258-265. 2014.
- [5] Ferracane, J. Models of caries formation around dental composite restorations. *Journal of Dental Research*. 96(4): 364–371. 2017.
- [6] Francois, P., Fouquet, V., Attal, J., and Dursun, E.,. Commercially Available *Fluoride*-Releasing Restorative Materials: A Review and a Proposal for Classification. *Materials (Basel)*. 13(10): 2313. 2020.
- [7] Colceriu-Burtea, L., Prejmerean, C., Prodan, D., Baldea, I., Vlassa, M., et al. New Pre-reacted Glass Containing Dental Composites (giomers) with Improved *Fluoride* Release and Biocompatibility. *Materials (Basel)*. 12(23): 4021. 2019.
- [8] Al-Eesa, N., Wong, F., Johal, A., and Hill, R. *Fluoride* containing bioactive glass composite for orthodontic adhesives – ion release properties. *Dental Material*. 33(11): 1324-1329. 2017.
- [9] Annusavice, K., Chiayi, S., and Rawls, H. *Phillips' Science of Dental Materials*. 13<sup>th</sup> ed. Missouri : Saunders Elsevier. 2021.
- [10] Olmos-Olmos, G., Teutle-Coyotecatl, B., Román-Mendez, C., Carrasco-Gutiérrez, R., González-Torres, M., et l. The influence of light-curing time on *fluoride* release, surface topography, and bacterial adhesion in resin-modified glass ionomer cements: AFM and SEM in vitro study. *Microscopy Research and Technique*. 84(8): 1628-1637. 2021.
- [11] Kaya, S., Bakkal, M., Durmus, A., Durmus, Z. Structural and mechanical properties of a giomer-based bulk fill restorative in different *curing* conditions. *Journal of Applied Oral Science*. 26(26): e20160662. 2018.
- [12] Jung, J., and Park, S. Comparison of Polymerization Shrinkage, Physical Properties, and Marginal Adaptation of Flowable and Restorative Bulk-fill Resin-based Composites. *Operative Dentistry*. 42(4): 375-386. 2020.
- [13] Sakaguchi, R., Ferracane, J., and Powers, J. *Craig's Restorative Dental Materials*. 14<sup>th</sup> ed. Mosby Elsevier. Philadelphia. 14: 2-21. 2019.
- [14] Najib, M., Aoyana, C., and Nuzlia.. Uji Kadar Fluorida Pada Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) dan Air Sumur Secara Spektrofotometri Uv-Vis. *Amina*. 1(2): 84-90. 2020
- [15] Ibrahim, I., Luthfia, P., Akbar, M.R., and Karina, C. Pengaruh Intensitas Sinar LED Terhadap Perubahan Warna Resin Komposit *Flowable*. *Jurnal Ilmiah dan Teknologi Kedokteran Gigi*. 17 (1): 9-15. 2021.
- [16] Harpreet, S., Rashmi, S., Pai, S., and Kini, S. Comparative Evaluation of *Fluoride* Release From Two Different Glass Ionomer Cement and a Novel Alkaside Restorative Material - An in Vitro Study. *Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada*. 20(6): 2-3. 2020.
- [17] Winanto, M., Dwiandhono, I., Logamarta, S., Satrio, R., and Kurniawan, A. The effect of giomer's preheating on fluoride release. *Dental Journal*. 55(4): 226-230. 2022.
- [18] Shaymaa, N., Moharam, M., and Mohamed, Z. Effect of resin thickness, and curing time on the micro-hardness of bulk-fill resin composites. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*. 7(5): e600-4. 2015.