

# KARAKTERISASI SIFAT PENYERAPAN AIR, SEM DAN EDS DENTAL KOMPOSIT KOMERSIAL

## CHARACTERIZATION OF WATER ABSORPTION BEHAVIOUR, SEM, AND EDS ON COMMERCIAL DENTAL COMPOSITES

Al Ichlas Imran\*

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Halu Oleo

ichlas.imran@uho.ac.id

### INFO ARTIKEL

Diterima: 08 Mei 2022

Direvisi: 04 Juni 2022

Disetujui: 14 Juni 2022

Kata Kunci:

cairan, EDS, gigi, komposit, SEM

### ABSTRAK

Material tambal gigi merupakan komposit yang tersusun dari matriks yang bersifat hidrofilik dan filler sebagai penguatnya. Cairan yang masuk ke dalam mulut dan melewati bahan tambal gigi akan masuk secara difusi dan merusak materialnya sehingga mengganggu kemampuan gigi dalam mengunyah makanan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari perilaku penyerapan cairan dari tiga jenis komposit tambal gigi komersial serta mengetahui struktur permukaan dan uji komposisinya. Komposit tambal gigi komersial yang digunakan adalah Solare<sup>®</sup>X-A3 (*microfilled*), Filtek<sup>™</sup>Z350XT *Flow-A3* (*nanofilled*) dan Grandio<sup>®</sup>*Flow-A3* (*nanohybrid*). Media perendaman adalah saliva buatan pH 7 dan *Coca-Cola*<sup>®</sup> pH 3,45. Masing-masing komposit dicetak ke dalam cetakan akrilik dan dikeraskan menggunakan *light curing* selama 1 menit. Perilaku penyerapan cairan dilakukan dengan perendaman spesimen di dalam media saliva buatan dan *Coca-Cola*<sup>®</sup>. Kenaikan berat spesimen dicatat secara periodik setiap 1-4 hari selama 38 hari. Pengamatan struktur permukaan menggunakan *scanning electron microscope* (SEM) dan analisa komposisi kimia dengan *energy dispersive spectrometry* (EDS) untuk material jenis Filtek.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perilaku penyerapan cairan semua komposit tambal gigi komersial dari hari ke 4 hingga hari ke 38 mengalami kenaikan, dimana komposit yang direndam dalam *Coca-Cola*<sup>®</sup> lebih besar kenaikannya dibandingkan saliva buatan. Untuk struktur permukaan material Filtek, kondisi sebelum perendaman menunjukkan luasnya permukaan kontak antara *filler* dan matriks, dan kondisi setelah perendaman terlihat adanya ruang kosong dan pembengkakan matriks. Sedangkan hasil Analisa komposisi kimia, sebelum perendaman menunjukkan Filtek tersusun oleh unsur C, O, Si, Zr dan Yb, dimana setelah perendaman menunjukkan unsur Yb sudah larut dengan cairan *Coca-Cola*<sup>®</sup>.

### ABSTRACT

*Dental material is a composite composed of a hydrophilic matrix and filler as a reinforcement. Liquid enters the mouth and passes through the dental material by diffusion and damage the material, thereby interfering with the teeth's ability to chew food. The purpose of this study is to study the fluid absorption behavior of three types of dental composites and to determine the surface structure and its composition. The commercial filling composites used were Solare<sup>®</sup>X-A3, Filtek<sup>™</sup>Z350XT *Flow-A3* and Grandio<sup>®</sup>*Flow-A3*. The immersion medium was artificial saliva pH 7 and *Coca-Cola*<sup>®</sup> pH 3.45. Specimens were molded into an acrylic and hardened using light curing for 1 minute. The fluid absorption behavior was carried out by immersing the specimen in artificial saliva and *Coca-Cola*<sup>®</sup> media. Specimen weight was recorded periodically every 1-4 days for 38 days. Observation of the surface structure used SEM and chemical composition analysis with EDS for Filtek.*

*The results showed that the fluid absorption behavior of all dental composites from 4 to 38 day increased, where the composites immersed in *Coca-Cola*<sup>®</sup> gained greater weight than artificial saliva. For the surface structure of the Filtek, the condition before immersion shows the wide contact surface between the filler and the matrix, and the condition after immersion shows the presence of empty space and swelling of the matrix. The results of the chemical composition analysis, before immersion showed that Filtek was composed of elements C, O, Si, Zr and Yb, where after immersion showed the element Yb had dissolved with *Coca-Cola*<sup>®</sup> liquid.*

Keywords:

composites, dental, EDS, liquid, SEM

\*Corresponding author: ichlas.imran@uho.ac.id

### I. PENDAHULUAN

Gigi merupakan salah satu bagian terpenting dari sebuah proses mekanik dalam pengolahan makanan pada manusia sebelum dilakukan proses pencernaan di dalam tubuh manusia. Gigi, Otot, Temporomandibular (TMJ) dan lidah menjadi faktor yang mempengaruhi kualitas penguyaan makanan [1]. Oleh karena itu, perlu dilakukan perawatan kesehatan gigi dan mulut. Hal ini juga

memberikan peranan yang sangat penting dalam kualitas hidup manusia dalam menjalani kehidupan sehari-hari. Kondisi gigi dan mulut yang sehat tentunya akan membantu seseorang dalam melaksanakan komunikasi secara baik, terhindar dari segala macam penyakit, mampu menikmati berbagai jenis makan dan minuman serta meningkatkan kepercayaan diri terhadap orang di sekitar. Namun, gigi dan mulut yang tidak sehat akan menimbulkan

berbagai jenis penyakit yang dapat mempengaruhi jaringan keras dan jaringan lunak yang berada di dalam mulut.

Jenis-jenis penyakit mulut yang telah dikenal bidang kedokteran maupun masyarakat adalah penyakit periodontal, erosi gigi, karies gigi (gigi berlubang), kanker mulut dan fluorosis gigi. Karies gigi yang terjadi pada jaringan keras gigi banyak dialami oleh masyarakat Indonesia sebagai akibat dari kurangnya kesadaran dalam memilih jenis makanan dan minuman sebagai konsumsi sehari-hari dan juga kurangnya kepedulian dalam merawat kesehatan mulut [2]. Untuk mengobati penyakit karies gigi, selain diberikan obat dan pencabutan juga dilakukan proses penambalan gigi menggunakan material komposit yang sudah beredar secara komersial [3].

Pemilihan material tentunya dipengaruhi oleh sifat fisis dan mekanis dari material tersebut. Material tambah gigi sebagian besar tersusun dari matriks campuran monomer *bisphenol a glycidyl methacrylate* (Bis-GMA), *urethane dimethacrylate* (UDMA) dan *triethylene glycol dimethacrylate* (TEGDMA), dimana ketiga resin tersebut memiliki sifat biokompatibel yang baik dan mengeras menggunakan *light curing* [4]. Untuk penguatnya, material tambah gigi tersusun dari filler yang dapat diklasifikasikan dalam tiga kelompok, yaitu komposit *microfilled*, *nanofilled* dan *nanohybrid*. Meskipun memiliki sifat mekanis yang baik karena tersusun dari *filler* berukuran sangat kecil dan harga yang mahal, namun dalam aplikasinya dimasyarakat banyak bahan tambalan gigi memiliki umur tambalan yang tidak lama. Hal itu terjadi karena matriks komposit tersusun dari material yang bersifat hidrofilik, dimana cairan akan mudah untuk berikatan dengan matriks.

Gigi merupakan daerah dalam mulut yang dilewati oleh saliva dan beberapa jenis minuman yang mengandung soda seperti *Coca Cola*, *Sprite*, *Fanta* dan lain-lain. Cairan yang masuk akan membentuk ikatan *hydrogen* dengan matriksnya. Ikatan tersebut menyebabkan lemahnya ikatan matriks dengan *filler*, sehingga kekuatan dari bahan tambalan gigi akan mengalami *biodegradasi* [5]. Oleh karena itu, pemilihan jenis komposit bahan tambalan gigi yang tepat menjadi perhatian penting. Penelitian tentang pengaruh penyerapan cairan terhadap sifat fisis dan mekanis pada material tambah gigi telah banyak dilakukan. Cangul, dkk [6] membandingkan 4 jenis material tambah gigi, yaitu Estelite Sigma Quick, G-Aenial, Clearfil Majesty dan Cera.X One yang direndam menggunakan air destilasi selama 1, 7 dan 30 hari, dimana semua material mengalami perubahan dimensi dan kerusakan ikatan antar muka yang menyebabkan kegagalan bahan tambah gigi. Selain itu, konsumsi minuman alkohol dapat mengurangi kekerasan dan kerusakan permukaan material tambah gigi [7] serta nilai *stress state* dan *contraction stress drop* [8].

Untuk menjaga kekuatan dari gigi yang ditambal maka komposit tambah gigi dibuat dengan berbagai macam jenis resin dan penguatnya (*filler*). Kundie, dkk [9] membandingkan kehilangan berat dari komposit tambah gigi tanpa penguat dan dengan berpenguat jenis alumina berukuran mikro dan nano, dimana material yang berpenguat partikel memiliki nilai kehilangan berat yang lebih rendah. Perlunya perhatian penting untuk kondisi lingkungan mulut yang selalu basah dengan saliva maupun

minuman terhadap sifat fisis dan mekanis dari komposit tambah gigi, maka perlu dilakukan penelitian lebih luas dengan mempertimbangkan komposit tambah gigi yang memiliki jenis matriks dan ukuran penguat yang berbeda-beda baik ukuran mikro, nano maupun *nanohybrid*.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mempelajari perilaku penyerapan cairan komposit tambah gigi komersial jenis Solare<sup>®</sup>X-A3, Filtek<sup>™</sup>Z350XT *Flow-A3* dan Grandio<sup>®</sup>Flow-A3 serta mengetahui struktur permukaan dan uji komposisinya.

II. METODE PENELITIAN

2.1 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Solare<sup>®</sup> X-A3 (Solare), Filtek<sup>™</sup>Z350XT flow-A3 (Filtek), Grandio<sup>®</sup>Flow-A3 (Grandio), Saliva buatan pH 7 dan *Coca-Cola*<sup>®</sup> pH 3,45. Adapun komposisi kimia matriks dan *filler* serta jumlah kandungan *filler* dari komposit jenis Solare, Filtek dan Grandio dapat dilihat pada Tabel I.

TABEL I  
KOMPOSIT, MANUFAKTUR, KOMPOSISI KIMIA MATRIKS DAN FILLER  
SERTA JUMLAH KANDUNGAN FILLER

No	Komposit	Manufaktur	Shade	Matriks	Jenis <i>filler</i>	Kandungan <i>Filler</i> (wt%)
1	Solare ( <i>microfilled</i> )	GC Dental Products Corp., Tokyo, Japan	A3	UDMA	Silica, fluoro-aluminosilicate glass dan pre-polymerized resin fillers (mean 0,85 µm)	45,5
2	Filtek ( <i>nanofilled</i> )	3M ESPE, St. Paul, MN, USA	A3	Bis-GMA, TEGDMA, Procrlyat resins	Ytterbium trifluoride (0,1-5 µm), silica (20nm), zirconia (4-11 nm)	65
3	Grandio ( <i>nanohybrid</i> )	Voco, Germany	A3	Bis-GMA, Bis-EMA, TEGDMA,	Silica (20-60 nm), bariumalumina boro-silicate (0,1-2,5 µm)	80

UDMA: URETHANE DIMETHACRYLATE; BIS-GMA: BISPHENOL A DIGLYCIDYL METHACRYLATE; TEGDMA: TRIETHYLENE GLYCOL DIMETHACRYLATE; BIS-EMA: BISPHENOL A POLYETHYLENE GLYCOL DIETHER DIMETHACRYLATE (MANUFACTURERS)

Adapun komposisi kimia saliva manusia dan saliva buatan dapat dilihat pada Tabel II, sedangkan komposisi kimia *Coca-Cola*<sup>®</sup> dapat dilihat pada Tabel III.

TABEL II  
KOMPOSISI KIMIA SALIVA MANUSIA [10] DAN SALIVA BUATAN  
(MANUFACTURERS)

No	Jenis saliva	Komposisi kimia (gr/liter)
1	Saliva manusia	Ca <sup>2+</sup> ; K <sup>+</sup> ; Na <sup>+</sup> ; Phosphate (P <sup>+</sup> ); Bicarbonate (HCO <sup>-</sup> ); 3Cl; Urea (CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> ); Protein
2	Saliva buatan	K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> (0,2); Ca <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (0,7); KCN <sub>3</sub> (0,33); NaCl (0,7); KCl (1,2); Urea (CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> ) (0,13)

TABEL III  
KOMPOSISI KIMIA COCA-COLA®  
(MANUFACTURERS)

No	Komponen	Molecular formula
1	Air berkarbonasi	H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
2	Sucrose	C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>11</sub>
3	Pewarna karamel	C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> N <sub>2</sub>
4	Kosentrat kola	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>2</sub>
5	Pengatur keasaman asam fosfat	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>
6	Kafein	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> N <sub>4</sub> O <sub>2</sub>

## 2.2 Pembuatan Spesimen

Material dicetak ke dalam cetakan akrilik sebagai spesimen uji perendaman cairan berukuran diameter 10 mm dan ketebalan 2 mm. Spesimen pengamatan struktur permukaan menggunakan SEM dan uji komposisi menggunakan analisa EDS yang diperoleh dari material jenis Filtek. Sebelum material dicetak, cetakan terlebih dahulu dioleskan dengan *vaseline* untuk mempermudah pelepasan spesimen hasil cetakan dari cetakannya. Proses pencetakan menggunakan alat bantu *steel instrument* yang kemudian akan dikeraskan menggunakan *light curing* jenis *Woodpecker*® LED.B selama 1 menit. Proses *light curing* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Proses light curing



Gambar 2 Mesin pengamatan SEM dan analisa EDS di Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu, Universitas Gadjah Mada

**2.3 Uji Penyerapan Cairan, SEM dan EDS**

Pengujian penyerapan cairan berdasarkan standar ISO 4049: 1998. Penimbangan penyerapan cairan setiap spesimen dilakukan secara periodik dengan rentang waktu 1 – 4 hari selama 38 hari. Rumus perhitungan persentase penyerapan cairan komposit tambal gigi komersial menggunakan persamaan 1.

$$M_t(\%) = \frac{W_w - W_t}{W_t} \quad (1)$$

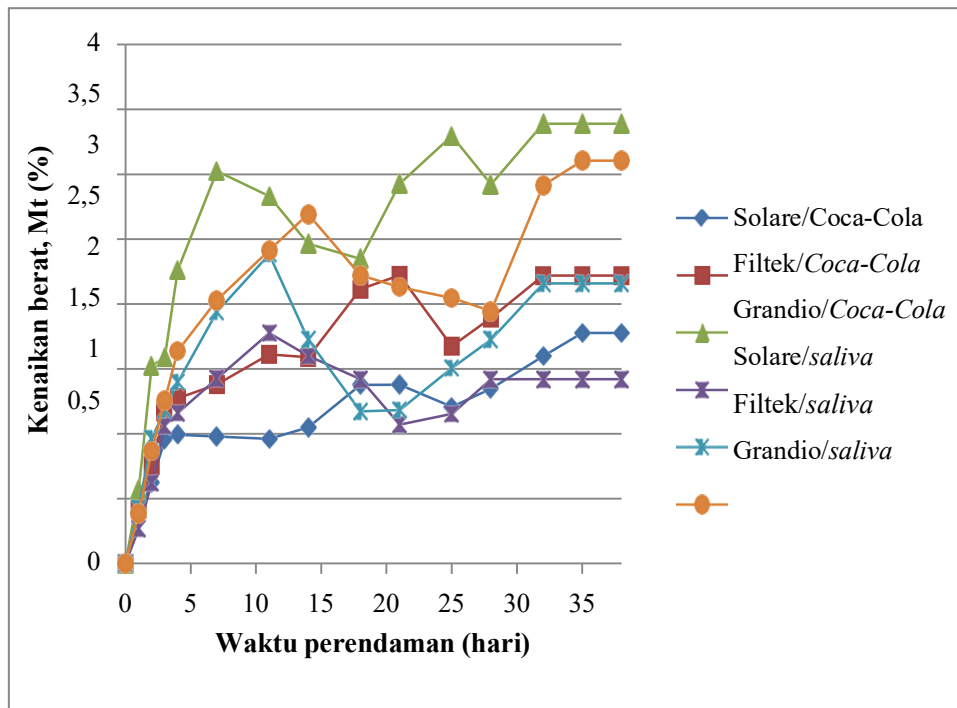
dengan:

$M_t$  = Kenaikan berat penyerapan cairan (%).

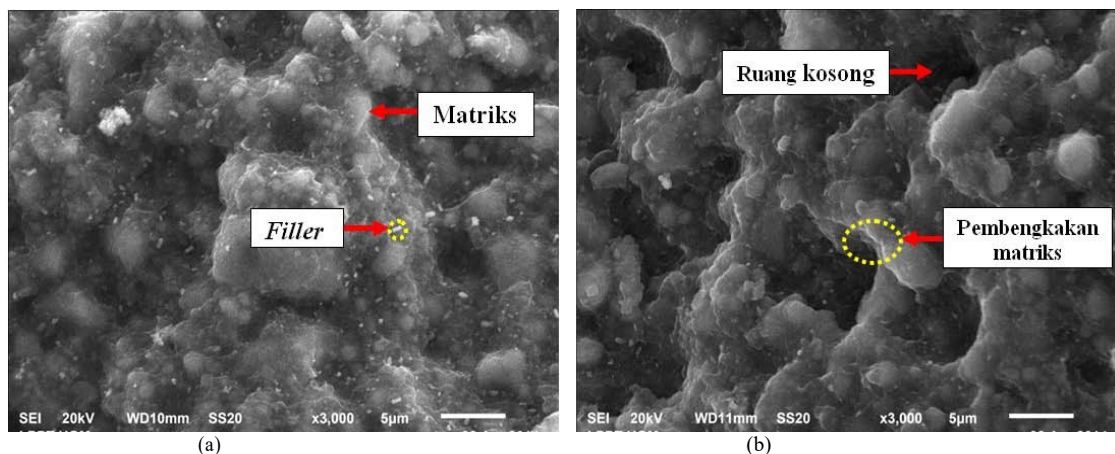
$W_w$  = Berat basah (gr).

$W_d$  = Berat sebelum perendaman (gr).

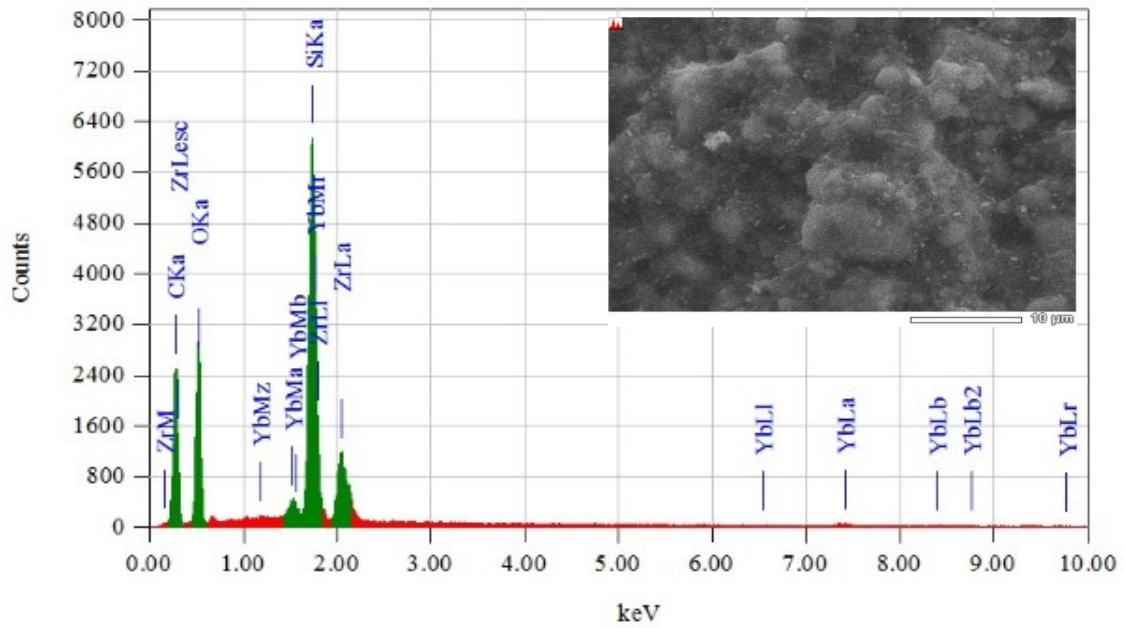
Pengamatan struktur permukaan dilakukan dengan menggunakan *scanning electron microscope* (SEM) dan uji komposisi kimia menggunakan analisa *energy dispersive spectrometry* (EDS) untuk kondisi sebelum dan sesudah perendaman. Alat yang digunakan dalam pengamatan SEM dan analisa EDS adalah *Jeol-6510LA*. Proses pengamatan uji komposisi dilakukan di Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu, Universitas Gadjah Mada. Mesin SEM dan EDS yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 2.



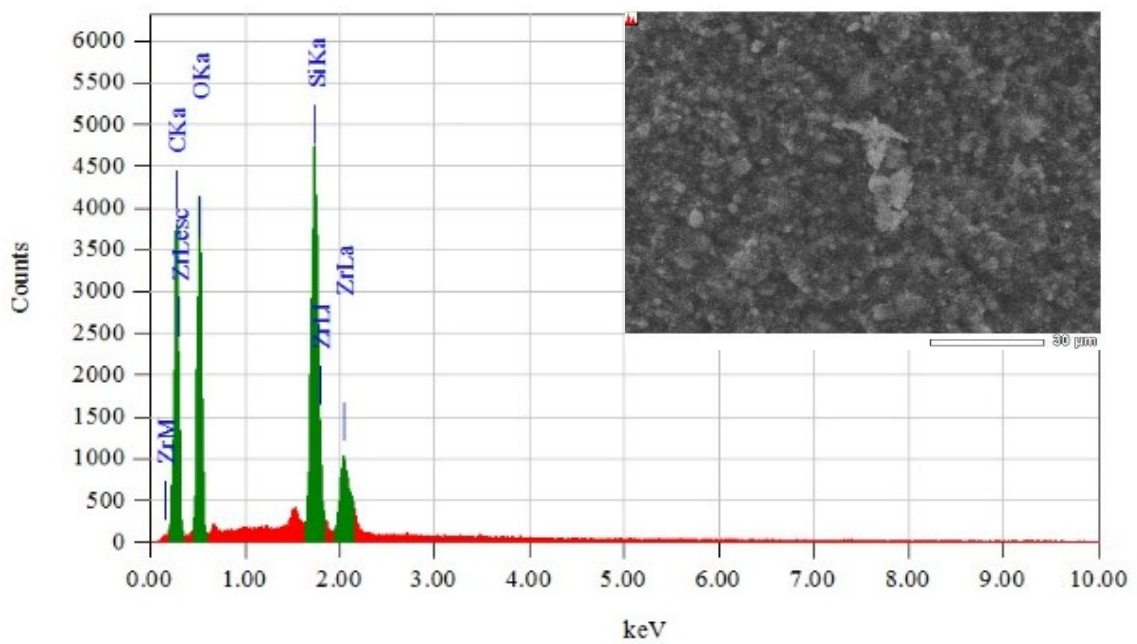
Gambar 3 Perilaku penyerapan cairan komposit tambal gigi yang direndam pada media saliva buatan dan coca cola®



Gambar 4 Hasil pengamatan SEM komposit jenis Filtek untuk kondisi (a). sebelum perendaman dan (b). sesudah perendaman dengan Coca-Cola®



Gambar 5. Hasil analisa EDS spesimen komposit jenis Filtekuntuk kondisi sebelum perendaman



Gambar 6. Hasil analisa EDS spesimen hasil komposit jenis Filtek untuk kondisi sesudah perendaman di dalam Coca-Cola®

TABEL IV  
KOMPOSISI KIMIA HASIL ANALISA EDS KOMPOSIT  
JENIS FILTEK UNTUK KONDISI SEBELUM DAN  
SESUDAH PERENDAMAN DI DALAM COCA-COLA®

No Kondisi spesimen		Unsur (wt%)				
		C	O	Si	Zr	Yb
1	Sebelum perendaman	43,71	39,54	9,55	5,12	2,08
2	Sesudah perendaman di dalam coca-cola®	44,50	44,69	6,24	3,56	

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Perilaku Penyerapan Cairan

Pengujian perilaku penyerapan cairan komposit tambal gigi komersial jenis Solare, Filtek dan Grandio dilakukan untuk mengetahui penyerapan cairan yang diserap oleh ketiga komposit selama 38 hari pada media saliva buatan pH 7 dan Coca-Cola® pH 3,45. Pengambilan data penyerapan cairan untuk ketiga komposit dilakukan secara periodik dengan rentang waktu 1 – 4 hari selama 38 hari. Penyerapan cairan dihitung menurut persamaan 1. Gambar 3 menunjukkan perilaku penyerapan cairan dari ketiga jenis komposit yang direndam pada media saliva buatan dan Coca-Cola® selama 38 hari. Dari Gambar dapat diketahui bahwa berat untuk masing-masing komposit mengalami kenaikan sesudah dilakukan perendaman. Kenaikan berat disebabkan oleh cairan yang masuk ke dalam komposit melalui proses difusi. Cairan masuk ke dalam jaringan polimer melalui ruang kosong antar monomer, kemudian terjadi ikatan hidrogen dan interaksi polar dengan kelompok hidrofilik dari monomer matriksnya [11] [12] [13].

Pada perendaman antara 0 – 4 hari untuk semua jenis komposit, terjadi kenaikan berat yang relatif besar. Hal ini disebabkan oleh besarnya cairan yang diserap oleh komposit. Sesudah hari ke 4, kenaikan berat yang terjadi relatif kecil, dimana pada hari ke 7 – 30 untuk semua jenis komposit terjadi penurunan dan kenaikan persentase berat. Penurunan persentase penyerapan cairan mungkin disebabkan oleh sebagian matriks dan *filler* yang larut. Alamri dan Low [14] dalam penelitiannya menunjukkan bahwa cairan yang masuk ke dalam komposit dapat melarutkan sebagian *filler* dan matriksnya. Untuk semua jenis komposit pada hari ke 35 sampai 38, terlihat tidak terjadi kenaikan berat. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi jenuh telah dicapai. Persentase penyerapan cairan ketiga jenis komposit yang direndam di dalam saliva buatan dan Coca-Cola® pada hari ke 38 ditunjukkan seperti Gambar 3. Dari Gambar 3 dapat diketahui bahwa persentase penyerapan cairan dari komposit yang direndam dalam Coca-Cola® lebih besar dibandingkan saliva buatan. Hal ini

disebabkan oleh Coca-Cola® yang mengandung asam fosfat (Tabel III), dimana asam tersebut akan berikatan dengan monomer dari matriks. Asam fosfat memiliki sifat yang mudah berikatan dengan cairan sehingga meningkatkan penyerapan cairan dari komposit [15]. Selain itu, Gambar 3 menunjukkan bahwa komposit jenis Grandio menunjukkan nilai penyerapan cairan yang paling tinggi untuk kondisi perendaman di dalam saliva buatan maupun Coca-Cola® dibandingkan dengan dua jenis komposit lainnya. Hal ini disebabkan oleh Grandio yang tersusun dari matriks jenis TEGDMA, Bis-GMA dan Bis-EMA (Tabel I), dimana TEGDMA memiliki tingkat hidrofilik yang paling tinggi, kemudian diikuti oleh Bis-GMA, Bis-EMA dan UDMA [16]. Sedangkan komposit jenis Filtek tersusun oleh matriks jenis TEGDMA dan Bis-GMA serta Solare yang hanya tersusun oleh matriks UDMA. Menurut Rahim, dkk [15], beberapa faktor yang mempengaruhi penyerapan cairan antara lain tingkat hidrofilik matriks, jumlah ikatan silang, *filler*, *porosity* dan kelarutan.

#### 3.2 Pengamatan Scanning Electron Microscope (SEM)

Gambar 4 adalah hasil pengamatan SEM struktur permukaan dari komposit jenis Filtek untuk kondisi (a). sebelum perendaman dan (b). sesudah perendaman di dalam Coca-Cola®. Dari Gambar 4.a dapat diketahui bahwa *filler* terdistribusi secara merata di dalam matriksnya.

Hal ini menunjukkan luasnya permukaan kontak antara *filler* dan matriks sehingga meningkatkan ikatan antar muka (*interface*) antara keduanya. Ikatan yang kuat antara *filler* dan matriksnya akan menurunkan konsentrasi tegangan selama proses pembebanan. Sedangkan Gambar 4.b untuk kondisi sesudah perendaman di dalam Coca-Cola® menunjukkan bahwa komposit jenis Filtek mengalami plastisasi, dimana terlihat adanya pembengkakan matriks dan adanya ruang kosong yang relatif besar. Plastisasi terjadi karena adanya cairan yang masuk secara difusi melalui jaringan polimer dan membentuk ikatan hidrogen dengan kelompok hidrofilik dari monomer matriksnya [17]. Cairan yang masuk ke dalam jaringan polimer melalui ruang kosong antar monomer matriksnya akan melemahkan ikatan antara rantai monomer sehingga rantai monomer saling menjauh dan menyebabkan terjadinya pembengkakan matriks [18]. Selain itu, cairan menyebabkan pelarutan sebagian matriks dan *filler* sehingga terbentuk ruang kosong [19], dimana ruang kosong yang terbentuk dari spesimen sesudah perendaman terlihat relatif besar dibandingkan dengan ruang kosong antara monomer matriks yang terbentuk dari spesimen sebelum perendaman.

#### 3.3 Uji Komposisi

Komposit jenis Filtek dilakukan uji komposisi kimia menggunakan *energi dispersive spectrometry* (EDS). Gambar 4.a merupakan hasil analisa EDS spesimen komposit jenis Filtek untuk kondisi sebelum perendaman dan Gambar 4.b untuk kondisi sesudah perendaman di dalam Coca-Cola®. Selanjutnya, berdasarkan Gambar 5 dan

6 dibuatkan tabel komposisi kimia komposit jenis Filtek seperti yang ditunjukkan pada Tabel IV.

Tabel IV menunjukkan perbandingan antara komposisi kimia komposit jenis Filtek untuk kondisi sebelum dan sesudah perendaman di dalam *Coca-Cola*<sup>®</sup>. Untuk kondisi sebelum perendaman, dari Tabel IV diketahui bahwa komposit jenis Filtek mengandung unsur *Carbon* (C), *Oxygen* (O), *silicon* (Si), *zirconium* (Zr) dan *Ytterbium* (Yb). Kandungan unsur Si, Zr dan Yb menunjukkan bahwa hasil analisa EDS sesuai dengan data pada manufaktur Filtek bahwa ketiga unsur tersebut merupakan unsur penyusun dari *filler*. Sesudah dilakukan perendaman, jumlah unsur C dan O mengalami kenaikan sedangkan unsur Si dan Zr di dalam Filtek mengalami penurunan serta unsur Yb telah hilang. Unsur C dan O mengalami kenaikan disebabkan oleh cairan *Coca-Cola*<sup>®</sup> (Tabel III) yang berikatan dengan matriks selama proses perendaman, sedangkan berkurangnya jumlah unsur Si dan Zr serta menghilangnya unsur Yb menunjukkan bahwa sebagian *filler* yang terkandung di dalam komposit jenis Filtek larut selama perendaman di dalam *Coca-Cola*<sup>®</sup>. Faktor-faktor yang mempengaruhi larutnya *filler* dan matriks adalah jenis ikatan antara monomer, pH dari media pelarut, temperatur, komposisi matriks dan tingkat hidrofilik matriks [20] [21] Balogun, dkk (2020) [22] dalam penelitiannya menunjukkan bahwa cairan yang terserap di dalam komposit akan melarutkan sebagian *filler* dan matriksnya.

#### IV. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan dalam penelitian ini adalah untuk semua jenis komposit, persentase penyerapan cairan dari komposit yang direndam dalam *Coca-Cola*<sup>®</sup> lebih besar dibandingkan saliva buatan. Hasil pengamatan SEM menunjukkan bahwa *filler* terdistribusi secara merata di dalam matrik komposit dan mengalami pembengkakan dan terbentuknya void setelah direndam dalam media *Coca-Cola*<sup>®</sup>. Selain itu, hasil analisa EDS menunjukkan bahwa sebelum perendaman di dalam *Coca-Cola*<sup>®</sup>, komposit tersusun atas unsur C, O, Si, Zr, Yb dan setelah perendaman komposit hanya tersusun dari unsur C, O, Si, Zr.

#### DAFTAR RUJUKAN

- [1] Suhartini, "Fisiologi Pengunyaan Pada Sistem Stomatognati," vol. 8, no. 3, 2011.
- [2] R. Hidayat and A. Tandiar, Kesehatan Gigi Dan Mulut, Yogyakarta: ANDI, 2016.
- [3] Z. Khurshid and Z. Sheikh, Dental Materials, Karachi: Paramount Books, 2018.
- [4] J. M. Powers and J. C. Wataha, Dental Materials Foundation And Applications, St. Louis, Missouri: Elsevier, 2017.
- [5] M. Ayatollahi, M. Y. Yahya, A. Karimzadeh, M. Nikkhooyifar and A. Ayob, "Effects of temperature change and beverage on mechanical and tribological properties of dental restorative composites," vol. 54, no. 16, 2015.
- [6] S. Cangul, O. Adiguzel, S. Tekin, F. Oztekin and O. Satici, "A Comparison of The Water Absorption and Water Solibility Values of Four Different Composite Resin Materials," *Cumhuriyet Dental Journal*, vol. 21, no. 4, pp. 335-342, 2018.
- [7] M. A. B. Da Silva, R. P. Vitti, M. A. C. Sinhoreti, R. L. X. Consani, J. G. Da Silva-Junior and J. Tonholo, "Effect of Alcoholic Beverages on Surface Roughness and Microhardness of Dental Composites," *Dental Material Journal*, vol. 35, no. 4, pp. 621-626, 2016.
- [8] G. Sokolowski, A. Szczesio, K. Bociong, K. Kaluzinska, B. Lapinska, J. Sokolowski, M. Domarecka and M. L. Szymanska, "Dental Resin Cements-The Influence of Water Sorption on Contraction Stress Changes and Hydrscopic Expansion," *Materials*, vol. 11, no. 973, pp. 1-15, 2018.
- [9] F. Kundie, C. H. Azhari and Z. A. Ahmad, "Effect of Nano and Micro Alumina Fillers on Some Propeties of Poly(Methyl Methacrylate) Denture Base Composites," *Journal of The Serbian Chemical Society*, vol. 83, no. 1, pp. 75-91, 2018.
- [10] D. Wong, Salivary Diagnostics, Oxford: Wiley-Blackwell, 2008.
- [11] J. K. Fink, Reactive Polymers Fundamentals And Applications, Amsterdam: Elsevier, 2013.
- [12] S. Prolongo, M. Gude and A. Urena, "Water Uptake Of Epoxy Composite Reinforced With Carbon Nanofillers," *Composites*, vol. 43A, no. 1, pp. 2169-2175, July 2012.
- [13] P. Sahu and M. Gupta, "Water Absorption Behavior Of Cellulosic Fibres Polymer Composites: A Review On Its Effects And Remedies," *Journal of Industrial Textiles*, vol. 50, no. 5, pp. 1-33, November 2020.
- [14] H. Alamri and I. Low, "Effect of water absorption on the mechanical properties of nano-filler reinforced epoxy nanocomposites," *Materials And Design*, vol. 42, no. 1, pp. 214-222, June 2012.
- [15] T. N. A. T. Rahim, D. Mohamad and H. M. Akil, "Water Sorption Characteristics Of Restorative Dental Composites Immersed In Acidic Drinks," *Dental Materials*, vol. 28, no. 1, pp. e63-e70, March 2012.
- [16] I. D. Sideridou and M. M. Karabela, "Sorption of water, ethanol or ethanol/water solutions by light-cured dental dimethacrylate resins," *Dental Materials*, vol. 27, no. 1, pp. 1003-1010, March 2012.
- [17] T. Alomayri, H. Assaedi, F. Shaikh and I. Low, "Effect of water absorption on the mechanical properties of cotton fabric-reinforced geopolymer composites," *Journal of Asian Ceramic Societies*, vol. 2, no. 3, pp. 223-230, June 2014.
- [18] E. Munoz and J. G. Manrique, "Water Absorption Behaviour and Its Effect on the Mechanical Properties of Flax Fibre Reinforced Bioepoxy Composites," *International Journal Of Polymer Science*, vol. 2015, no. Special, pp. 1-10, August 2015.
- [19] L. C. Boaro, F. Gongcalves, T. C. Guimaraes, J. L. Ferracane, C. S. Pfeifer and R. R. Braga, "Sorption,

- solubility, shrinkage and mechanical properties of "low-shrinkage" commercial resin composites," *Dental Materials*, vol. 29, no. 1, pp. 398-404, January 2013.
- [20] N. Anjum, B. Suresha and S. L. A. Prasad, "Influence of Water Ageing on Mechanical Properties of CaCO<sub>3</sub> Filler Filled Epoxy Resin and Sansevieria/Carbon Fiber Reinforced Composites," *Compsite Material*, vol. 9, no. 1, pp. 1-20, January 2019.
- [21] N. G. Shimpi, *Biodegradable And Biocompatible Polymer Composites*, 1st ed., G. Jones and S. Webber, Eds., Mumbai: Woodhead, 2018.
- [22] O. P. Balogun, A. A. Adediran, J. A. Omotoyinbo, K. K. Alaneme and I. O. Oladele, "Evaluation of Water Diffusion Mechanism on Mechanical Properties of Polypropylene Composites," *International Journal Of Polymer Science*, vol. 2020, no. Special, pp. 1-12, October 2020.