



Pengaruh Laju Pelepasan Fluor pada Resin Komposit Berfluor terhadap Kebocoran Tepi

Effect of Fluorine Release Rate of Fluorinated Composite Resins on Edge Leakage

Ariyani Faizah, Nilasary R. Suparno, Feby A. J. Pradana, Ericha Z. M. Diennya

Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, Indonesia

Email: af166@ums.ac.id; nrs156@ums.ac.id; febiaurel@gmail.com; j520170057@student.ums.ac.id

Received: January 26, 2023; Accepted: April 11, 2023; Published online: April 15, 2023

Abstract: Composite resin is the most widely used restorative material due to its aesthetic properties, however, it has a drawback, namely edge leakage either by the polymerization process or by the release of components during the usage process. Therefore, composite resins containing fluorine has been developed as an effort to increase the success of restorative treatment by minimizing the occurrence of secondary caries or recurrent caries around the edges of the restoration. Composite resin releasing fluorine does not show a burst effect like the glass ionomer cement, but the pattern of fluorine release is low and constant. This was a pure laboratory experimental study. Samples were 25 maxillary 1st premolars prepared by class 1 cavity and filled with fluorine composite resin Tetric N-Ceram (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein). Samples were divided into five groups that were immersed in sterile distilled water for 1, 7, 14, 21, 28 days, followed by 5% methylene blue for 4 hours. Edge leakage test using USB Digital Stereo Microscope used dye penetration method. Edge leakage was measured at the penetration depth of 5% methylene blue which was evaluated along the mesial and distal side of the restoration wall, then the side with the deepest color penetration was selected. The LSD test result showed that there was a significant difference between group A and the other four groups. In addition, there was no significant difference among the four groups (B, C, D and E). In conclusion, marginal leakage of the composite resin showed a constant value in each group according to a constant rate of fluorine release as well.

Keywords: fluorine release rate; fluorine composite resin; restoration; secondary caries

Abstrak: Resin komposit merupakan bahan restorasi yang memiliki kekurangan yaitu kebocoran tepi oleh proses polimerisasi maupun terlepasnya komponen. Resin komposit dengan kandungan fluor dikembangkan sebagai upaya untuk meningkatkan keberhasilan restoratif dengan meminimalkan terjadinya karies sekunder di tepi restorasi, dimana pelepasan fluornya tidak menunjukkan *burst effect*, melainkan pola pelepasan fluor rendah dan konstan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh laju pelepasan fluor pada resin komposit berfluor terhadap kebocoran tepi. Jenis penelitian ialah eksperimental murni laboratorik. Sampel berupa gigi premolar 1 rahang atas yang dipreparasi kavitas kelas 1 dan ditumpat menggunakan resin komposit berfluor sejumlah 25 buah. Sampel dibagi atas lima kelompok (A – E) untuk dilakukan perendaman dalam akuades steril selama 1, 7, 14, 21, dan 28 hari, dilanjutkan dengan *methylene blue* 5% selama 4 jam. Uji kebocoran tepi menggunakan USB Digital Mikroskop Stereo dengan metode penetrasi zat warna. Kebocoran tepi diukur pada kedalaman penetrasi *methylene blue* 5% dievaluasi sepanjang dinding restorasi sisi mesial dan distal, kemudian dipilih sisi dengan penetrasi warna terdalam. Hasil uji LSD menunjukkan terdapat perbedaan bermakna antara kelompok A dengan empat kelompok lainnya, dan tidak terdapat perbedaan bermakna antara keempat kelompok yaitu B, C, D dan E. Simpulan penelitian ialah kebocoran tepi resin komposit menunjukkan nilai konstan pada setiap kelompok sesuai dengan laju pelepasan fluor yang konstan juga.

Kata kunci: laju pelepasan fluor; resin komposit berfluor; restorasi; karies sekunder

PENDAHULUAN

Kesehatan gigi dan mulut merupakan hal penting yang berpengaruh terhadap kesehatan tubuh secara keseluruhan, karena rongga mulut merupakan bagian dari kesehatan secara keseluruhan.¹ Proporsi terbesar masalah gigi di Indonesia ialah gigi rusak, berlubang atau sakit, yaitu sebanyak 45,3%.² Karies gigi ialah penyakit kronis paling umum yang ditandai dengan etiologi multifaktorial yang mengarah pada kerusakan jaringan keras gigi. Persoalan mengenai karies gigi dapat diatasi dengan melakukan restorasi pada gigi tersebut sehingga bentuk dan fungsi gigi dapat kembali baik seperti semula. Di era sekarang ini, dokter gigi dalam melakukan restorasi juga menuai tuntutan estetika.³ Resin komposit merupakan salah satu restorasi pilihan yang sering digunakan untuk memenuhi tuntutan estetika karena dapat menggantikan struktur gigi yang hilang, memperbaiki warna dan kontur gigi sehingga dapat meningkatkan estetika,⁴ serta mempunyai biokompatibilitas tinggi.⁵ Resin komposit juga memiliki kekurangan, salah satunya yaitu dapat terjadi kebocoran tepi.⁶ Kebocoran tepi ialah celah antara permukaan gigi dan resin komposit. Hal ini dapat disebabkan oleh proses polimerisasi, perbedaan termal ekspansi antara resin komposit dengan jaringan gigi, dan teknik aplikasi bahan restorasi.⁷ Kebocoran tepi dapat menyebabkan karies sekunder, sensitivitas pasca restorasi, dan gagalnya restorasi.⁸

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa tingkat kebocoran tepi pada resin komposit lebih tinggi dibandingkan dengan semen ionomer kaca (SIK). Kebocoran tepi pada SIK yang lebih rendah diduga karena SIK terus-menerus melepaskan fluor.⁹ Semen ionomer kaca terdiri dari bubuk kaca yang mengandung fluor dikombinasikan dengan asam polialkenoat dan mengalami reaksi asam-basa.¹⁰ Dewasa ini, resin komposit jenis *nanohybrid* mengeluarkan produk resin komposit berfluor, yang mana sebelumnya hanya berupa resin komposit tanpa kandungan fluor di dalamnya. Resin komposit berfluor ini mengandung *ytterbium trifluoride* (YbF₃) yang merupakan agen radiopak terkenal untuk mendeteksi karies sekunder. Kandungan YbF₃ inilah yang dapat melepaskan ion fluoride (F⁻). Hal ini sebagai upaya untuk meningkatkan keberhasilan perawatan restoratif dengan meminimalkan sifat-sifat resin komposit yang tidak diinginkan, dan mencegah terjadinya karies sekunder atau karies berulang di sekitar tepi restorasi.¹¹ Pelepasan fluor dari bahan restorasi yang mengandung fluor dapat mencegah pembentukan dinding lesi dan karies di tepi restorasi. Mekanisme yang terlibat dalam efek antikariogenik fluor ini mencakup pengurangan demineralisasi, peningkatan remineralisasi, gangguan pembentukan pelikel dan plak, serta penghambatan pertumbuhan mikroba dan metabolisme.¹²

Resin komposit dalam melepaskan fluornya tidak menunjukkan *burst effect* seperti pada SIK, melainkan pola pelepasan fluor yang rendah dan konstan dari waktu ke waktu.¹³ Penelitian yang dilakukan sebelumnya oleh Gururaj et al¹⁴ mengungkapkan bahwa pelepasan fluor dari resin komposit *nanohybrid* berfluor terbilang rendah jika dibandingkan dengan bahan lain seperti SIK, SIK modifikasi resin, resin komposit modifikasi *polyacid*, dan giomer. Hal ini dibuktikan dari jumlah fluor yang tergabung dalam *filler* resin komposit, kelarutan yang rendah dari kandungan YbF₃ dalam air, kadar air rendah, dan permeabilitas resin komposit. Penelitian oleh Gururaj et al¹⁴ menjadi dasar pemikiran untuk melakukan penelitian lebih lanjut, yaitu dilaporkannya bahwa fluor yang dilepaskan dari resin komposit berfluor itu berjalan dalam jumlah konstan. Penelitian lanjut dibutuhkan untuk mengevaluasi pengaruh dari laju pelepasan fluor yang konstan tersebut terhadap kebocoran tepi. Manfaat penelitian ini ialah untuk mengetahui pengaruh pelepasan fluor dalam mencegah kebocoran tepi, yang merupakan salah satu kegagalan dari tumpatan resin komposit. Pelepasan fluor yang dilakukan oleh resin komposit berfluor secara konstan diharapkan dapat membantu mencegah terjadinya kebocoran tepi tumpatan resin komposit.

METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian eksperimental murni laboratorik. Penelitian dilakukan di Laboratorium Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Muhammadiyah Surakarta. Penelitian diawali dengan pembuatan sampel berupa gigi premolar satu rahang atas yang diaplikasikan resin komposit. Gigi yang digunakan memiliki kriteria tidak anomali, tidak karies,

belum pernah dilakukan restorasi dan foramen apikal telah tertutup sempurna.

Gigi premolar satu rahang atas dilakukan preparasi kavitas kelas I, dengan dibuat *outline* pada permukaan oklusal gigi yang sebelumnya telah ditentukan titik tengahnya. Pengukuran dari titik tengah ke arah mesial 1,5 mm, ke arah distal 1,5 mm, ke arah bukal 1,5 mm, dan ke arah palatal 1,5 mm, sehingga didapatkan diameter kavitas 3 mm. Gigi dipreparasi dengan kedalaman kavitas 4 mm menggunakan *round diamond bur*, *cylinder diamond bur*, dan *inverted cone diamond bur* (Dentsply, USA). Gigi yang telah dilakukan preparasi lalu dibersihkan menggunakan *polishing brush* perputaran *low speed*. Selanjutnya etsa asam fosfat 37% (Hexaetch, Indonesia) diaplikasikan pada gigi selama 15 detik, kemudian dicuci dan dikeringkan. Bahan *bonding* (Hexabond, Indonesia) diaplikasikan ke kavitas gigi yang telah dietsa menggunakan *microbrush*, dikeringkan dengan *air syringe* selama 5 detik, dan disinari menggunakan *light curing unit* (Litex™ 680A, Dentamerica, USA) selama 10 detik.⁸

Aplikasi resin komposit berfluor Tetric N-Ceram (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein) ke dalam kavitas dilakukan dengan teknik *oblique incremental* secara bertahap yang dilakukan sebanyak 4 lapis menggunakan instrumen plastis, kemudian dikondensasi menggunakan kondensor.⁸ Setiap tahap aplikasi resin komposit dilakukan penyinaran selama 20 detik dengan *light curing unit* (Litex™ 680A, Dentamerica, USA). Terakhir, dilakukan *finishing* dan *polishing* menggunakan bur *enhance* dan bur *finishing* pita kuning (Dentsply, USA) dengan perputaran *low speed*.⁹ Sebanyak 25 sampel kemudian dibagi menjadi lima kelompok.

Penempatan resin komposit secara *oblique incremental* bertahap sebanyak empat lapis.⁸ Sampel direndam dalam *conical tube* yang berisi 10 ml akuades steril, kemudian dilakukan penyimpanan dalam inkubator (Memmert, Germany) dengan suhu 37°C sesuai dengan kelompoknya yaitu selama 1 hari, 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari. Setelah selesai dilakukan perendaman sesuai kelompok, ujung akar sampel ditutup menggunakan *sticky wax* (Denpro, India) dan cat kuku dioleskan pada seluruh permukaan sampel, kecuali pada area restorasi kurang lebih 1 mm.⁸ Sampel direndam dalam larutan *methylene blue* 5% selama 4 jam, kemudian dibersihkan dengan pelarut cat kuku (aseton), dicuci dan dikeringkan.⁶ Gigi dibelah menggunakan *carborundum disc* dengan arah mesio-distal melewati restorasi atau sejajar dengan sumbu panjang gigi dan tegak lurus bidang oklusal menjadi dua bagian.⁹

Tahap selanjutnya ialah uji kebocoran tepi menggunakan USB Digital Mikroskop Stereo (Germany) dengan metode penetrasi zat warna. Kedalaman penetrasi *methylene blue* 5% dievaluasi sepanjang dinding restorasi pada sisi mesial dan distal, kemudian dipilih sisi yang memiliki penetrasi warna terdalam.⁹ Ilustrasi pengukuran kebocoran tepi dengan metode penetrasi zat warna.

Sebelum dilakukan pengukuran, driver USB Digital Mikroskop Stereo dihubungkan terlebih dahulu ke perangkat laptop yang digunakan. *Stand microscope* diposisikan berdiri tegak dan meja objek dipasang untuk meletakkan sampel. Sampel yang telah dipotong diletakkan pada meja objek dengan bidang aksis mikroskop. Pengukuran ditunjukkan pada *microscope micrometer calibration ruler* ketelitian 0.1 mm dan perbesaran 100 kali. Ukuran kebocoran tepi pada penetrasi warna *methylene blue* dapat dilihat pada mini skala USB Digital Mikroskop Stereo dengan satuan milimeter.

HASIL PENELITIAN

Data penelitian diambil dari kebocoran tepi yang diidentifikasi dari hasil pengukuran kedalaman penetrasi warna *methylene blue* 5% pada restorasi resin komposit dan diamati menggunakan USB Digital Mikroskop Stereo perbesaran 100 kali. Tabel 1 memperlihatkan rerata hasil pengukuran kebocoran tepi pada restorasi resin komposit berfluor. Nilai rerata kebocoran tepi pada resin komposit berfluor mengalami kenaikan seiring dengan lamanya perendaman. Data rerata kebocoran tepi kemudian dilakukan uji normalitas menggunakan uji Shapiro-Wilk dan dilanjutkan uji homogenitas menggunakan uji Levene. Hasil uji didapatkan bahwa seluruh data terdistribusi normal ($p > 0,05$) dan homogen ($p > 0,05$); oleh karena itu, dilanjutkan dengan uji *One Way Anova*.

Tabel 2 memperlihatkan hasil uji *One Way Anova* dengan perolehan nilai $p < 0,05$. Hal ini berarti bahwa terdapat minimal satu kelompok yang memiliki perbedaan bermakna pada kebocoran tepi resin komposit berfluor di antara kelompok lain yang telah diuji. Data selanjutnya dilakukan uji *Post Hoc Least Significant Difference (LSD)*. Tabel 3 memperlihatkan hasil uji *Post Hoc Least Significant Difference* dimana kelompok A memiliki perbedaan bermakna ($p < 0,05$) jika dibandingkan dengan kelompok lainnya (B, C, D dan E), sedangkan antar kelompok lainnya tidak terdapat perbedaan bermakna ($p > 0,05$).

BAHASAN

Resin komposit berfluor hadir sebagai upaya untuk meningkatkan keberhasilan perawatan restoratif dengan meminimalkan sifat-sifat resin komposit yang tidak diinginkan dan mencegah terjadinya karies sekunder atau karies berulang di sekitar tepi restorasi.¹¹ Salah satu sifat resin komposit yang tidak diinginkan dan menjadi kelemahannya ialah kebocoran tepi.¹⁵

Hasil penelitian yang telah dilakukan selama 1, 7, 14, 21, 28 hari, mendapatkan nilai rerata kebocoran tepi resin komposit berfluor (Tabel 1) yang menunjukkan bahwa kebocoran tepi resin komposit berfluor mengalami kenaikan seiring bertambahnya waktu. Tabel 2 juga diketahui memperlihatkan bahwa terdapat perbedaan bermakna antara kelompok A, B, C, D, E terhadap kebocoran tepi resin komposit berfluor. Hal ini dikarenakan pelepasan fluor pada resin komposit berfluor mengalami penurunan dari waktu ke waktu, sehingga akan memengaruhi terjadinya kebocoran tepi, yaitu dengan peningkatan angka kebocoran tepi.

Tabel 1. Rerata dan standar deviasi kebocoran tepi resin komposit berfluor (mm)

Kelompok Perlakuan	$x \pm SD$
Kelompok A	0,14 \pm 0,134
Kelompok B	0,38 \pm 0,083
Kelompok C	0,39 \pm 0,074
Kelompok D	0,47 \pm 0,067
Kelompok E	0,50 \pm 0,100

Keterangan: $x \pm SD$: Rerata dan standar deviasi; Kelompok A: Perlakuan 1 hari; Kelompok B: Perlakuan 7 hari; Kelompok C: Perlakuan 14 hari; Kelompok D: Perlakuan 21 hari; Kelompok E: Perlakuan 28 hari

Tabel 2. Rangkuman hasil uji *One Way Anova*

	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
Antar perlakuan	0,401	4	0,100	11,128	0,000
Dalam perlakuan	0,180	20	0,009		
Total	0,581	24			

Keterangan: Sig.: Signifikansi $p < 0,05$

Tabel 3. Rangkuman hasil uji *Post Hoc LSD*

Kelompok perlakuan	A	B	C	D	E
A		0,001*	0,000*	0,000*	0,000*
B	0,001*		0,869	0,149	0,059
C	0,000*	0,869		0,197	0,082
D	0,000*	0,149	0,197		0,623
E	0,000*	0,059	0,082	0,623	

Keterangan: *Terdapat perbedaan bermakna ($p < 0,05$)

Penelitian sebelumnya oleh Kusumadewi¹⁶ juga telah melaporkan tentang pelepasan fluor awal pada resin komposit berfluor dengan ketebalan sampel 1,5 mm dan diameter 6 mm ialah 0,04-2,7 ppm dalam waktu 24 jam, lalu menurun hingga 0,02-2 ppm dalam 30-60 hari. Pelepasan fluor pada sampel berukuran tebal 1 mm dan diameter 15 mm juga dilaporkan menurun dari 3-4 ppm hingga 1-2 ppm dalam beberapa minggu.

Pelepasan fluor pada resin komposit berfluor secara merata dan perlahan ke lingkungannya melalui reaksi pertukaran atau mekanisme difusi air.¹³ Air yang masuk ke dalam resin komposit akan mengakibatkan fluor dilepaskan ke lingkungan.¹⁶ Kelarutan YbF_3 yang rendah dalam air pada resin komposit berfluor memungkinkan pelepasan fluornya tertahan hanya di permukaan, sehingga pelepasannya rendah di dalam rongga mulut.¹¹ Fluor yang dilepaskan pada resin komposit berfluor dalam saliva buatan, asam laktat, atau air deionisasi dilaporkan dalam penelitian Kusumadewi¹⁶ yaitu berjumlah kurang dari $0,5 \text{ g/mm}^2$ selama 90-120 hari. Pelepasan tersebut terbilang paling rendah jika dibandingkan dengan bahan restorasi berfluor lain seperti SIK, SIK modifikasi resin, resin komposit modifikasi *polyacid*, dan giomer.¹⁴ Rendahnya pelepasan fluor ini berhubungan dengan rendahnya fluor yang terkandung dalam *filler* resin komposit, kelarutan YbF_3 yang rendah dalam air, kadar air yang rendah, dan permeabilitas dari resin kompositnya.¹¹

Menurut Nicholson,¹⁷ fluor yang telah dilepaskan ke lingkungan rongga mulut akan membentuk lapisan kalsium fluorida pada fase mineral gigi. Lapisan ini kemudian mengendap menjadi fluoroapatit atau fluorohidroksiapatit, yang dapat meningkatkan remineralisasi dan mencegah hilangnya fase mineral gigi lebih lanjut.¹⁷ Saat fluor dilepaskan akan terbentuk celah atau rongga pada resin komposit.¹⁶ Celah tersebut berisi cairan sehingga fluor dapat diangkut dan berinteraksi dengan fase mineral dinding kavitas.¹⁷ Pelepasan fluor yang rendah dari waktu ke waktu pada resin komposit berfluor dapat menyebabkan terjadinya kegagalan ikatan antara resin komposit dengan dentin, yang kemudian mengakibatkan kebocoran tepi melalui mekanisme degradasi ikatan resin komposit dengan dentin.¹⁸ Hal ini dikarenakan efek fluor yang dilepaskan pada bahan restorasi berfluor tergantung pada tingkat keberadaan fluornya di dalam rongga mulut.¹³

Hasil uji *Post Hoc LSD* (Tabel 3) telah mengonfirmasi bahwa kelompok A memiliki perbedaan kebocoran tepi yang bermakna dengan kelompok lainnya yaitu B, C, D dan E, sedangkan antar kelompok B, C, D dan E tidak terdapat perbedaan bermakna. Hal ini dapat terjadi karena sebagian besar fluor pada resin komposit berfluor telah dilepaskan selama reaksi polimerisasi dan hanya jumlah kecil yang dilepaskan secara perlahan dalam jangka panjang dengan volum yang cenderung stabil.¹⁶ Alasan lain yang memberikan kemungkinan hasil sangat baik pada kelompok A ialah adanya dua ikatan yang diperoleh pada saat selesai terjadinya polimerisasi yaitu ikatan secara mikromekanik dan kimia dengan gigi. Ikatan mikromekanik resin komposit dengan kandungan fluor didapatkan dari tahap aplikasi etsa asam, kemudian berlanjut dengan ikatan kimia. Ikatan kimia akan memberikan efek yang sangat baik terhadap keberhasilan ikatan antara resin komposit dan struktur gigi sehingga dapat mengurangi terjadinya kebocoran tepi.¹⁹ Hal ini karena ion *fluoride* (F^-) akan berikatan dengan hidroksiapatit ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) dan melepaskan molekul hidroksida ($\text{OH})_2$, sehingga terbentuk molekul baru yaitu fluoroapatit ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$).²⁰ Mekanisme ikatan yang terjadi pada saat polimerisasi menghasilkan dua macam ikatan ini yang memberikan hasil pada hari pertama (kelompok A) memiliki kebocoran tepi yang berbeda secara bermakna jika dibanding dengan kelompok lain (B, C, D, E), sedangkan pada jangka panjang pelepasan fluor yang bersifat konstan dengan jumlah yang minimal memberikan efek terhadap terjadinya kebocoran tepi. Oleh karena pelepasannya konstan dari waktu ke waktu, maka angka kebocoran tepi juga berjalan konstan dan hasil yang diperoleh pada uji LSD menunjukkan tidak adanya perbedaan bermakna.

Resin komposit berfluor meskipun tidak memiliki pengaruh bermakna terhadap kebocoran tepi resin komposit jangka panjang, namun memiliki keuntungan dalam penggunaannya, yaitu dapat disarankan untuk mencegah karies berulang di sekitar restorasi, dan memicu terjadinya remineralisasi pada permukaan yang direstorasi atau bahkan pada gigi tetangganya.¹¹

SIMPULAN

Terdapat perbedaan bermakna rerata kebocoran tepi resin komposit antara kelompok A (perendaman 1 hari) dengan kelompok B, C, D dan E (kelompok perendaman 7, 14, 21 dan 28 hari). Tidak terdapat perbedaan bermakna rerata kebocoran tepi kelompok dengan waktu perendaman 7, 14, 21 dan 28 hari. Kebocoran tepi pada hari ke 7, 14, 21 dan 28 mempunyai nilai yang konstan sesuai dengan laju pelepasan fluor yang konstan juga dari waktu ke waktu.

Ucapan terima kasih

Ucapan terimakasih ditujukan kepada program hibah penelitian ISRECOD (*Information System of Research and Community Development*) Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah memberikan bantuan pada penelitian ini berupa pendanaan kompetitif bidang penelitian.

Konflik kepentingan

Penulis menyatakan tidak terdapat konflik kepentingan dalam studi ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Hendani R, Prasetyo EA, Sampoerno G. Hubungan sikap kesehatan gigi dan mulut penderita terhadap kepatuhan dalam menjalani perawatan berulang. *Conservative Dentistry Journal*. 2017;7(1):23–31.
2. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Riset Kesehatan Dasar. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI; 2018.
3. Kewas C, Wicaksono DA, Gunawan PN. Tingkat kepuasan pasien terhadap perawatan tumpatan komposit pada gigi anterior di RSGM Universitas Sam Ratulangi. *e-GiGi*. 2019;7(2):49–57.
4. Suparno NR, Hidayah NU. Pengaruh lama perendaman resin komposit nanohybrid dalam saliva ph asam terhadap perlekatan *Streptococcus mutans*. *JIKG*. 2019;2(2):1-6.
5. Mahajan V, Bhondwe S, Doot R, Balpande R, Bhandari S, Dahiwalde SS. Failure in composite restoration. *International Journal of Dental Research*. 2015;3(2):10–4.
6. Christiono S. Fissure sealant interface microleakage using one step. *Odonto*. 2014;1(1):49–52.
7. Fabianelli A, Pollington S, Davidson CL, Cagidiaco MC, Goracci C. Scientific relevance of micro-leakage studies in restorations. *International Dentistry Sa*. 2007;9(3):64–74.
8. Permana DP, Sujatmiko B, Yulianti R. Perbandingan tingkat kebocoran mikro resin komposit bulk-fill dengan teknik penempatan oblique incremental dan bulk. *Majalah Kedokteran Gigi Indonesia*. 2016;2(3):135-140.
9. Sundari I, Diansari V, Julianti E. Perbandingan tingkat kebocoran mikro antara resin komposit dan glass ionomer cement sebagai bahan penutupan fisura (Evaluasi in-vitro setelah satu bulan aplikasi). *Cakradonya Dental Journal*. 2018;10(2):121–8.
10. Devara AR, Lunardhi CG, Yuanita T. Perbedaan kebocoran tepi antara GIC konvensional dan resin modified GIC pada restorasi kelas V (Difference on microleakage of conventional GIC and resin modified GIC in class V restoration). *Conservative Dentistry Journal*. 2016;6(2):77-81.
11. Silva RAB, Santos FRB, Spadaro ACC, Polizzello ACM, Rossi AD, Moreira MR, et al. Profile of fluoride release from a nanohybrid composite resin. *Dentistry 3000*. 2015;3(1): 9–12.
12. Borges F., Campos WRC, Munari LS, Moreira AN, Paiva SM, Magalhaes CS. Gels on root dentin. *J Appl Oral Sci*. 2010;18(5):453–60.
13. Harhash AY, Elsayad II, Zaghloul AGS. A comparative in vitro study on fluoride release and water sorption of different flowable esthetic restorative materials. *Eur J Dent*. 2017;11(4):192–5.
14. Gururaj M, Shetty R, Nayak M, Shetty S, Kumar CV. Fluoride releasing and uptake capacities of esthetic restorations. *J Contemp Dent Pract*. 2013;14(5):887– 91.
15. Kurniawan P, Erlita I, Nahzi MYI. Kebocoran tepi restorasi resin komposit nanohybrid setelah perendaman dalam air sungai Desa Anjir Pasar. *Dentino*. 2017;2(1):90-4.
16. Kusumadewi S. Resin komposit glass ionomer lebih menghambat pertumbuhan *Streptococcus Mutans* daripada resin komposit konvensional secara in vitro. *Bali Dental Journal*. 2019;3(1):19–24.
17. Nicholson JW. Fluoride-releasing dental restorative materials: an update. *Balkan Journal of Dental Medicine (BJDM)*. 2015;18(2):60–9.
18. Fibryanto E. Bahan adhesif restorasi resin komposit. *Jurnal Kedokteran Gigi Terpadu*. 2020;2(1): 8–13.
19. Goršeta K. Fissure sealing in occlusal caries prevention (Chapter 1). In: Viridi MS, editor. *Emerging*

- Trends in Oral Health Sciences and Dentistry. Croatia: IntechOpen; 2015. p. 3–30. Available from: <https://dx.doi.org/10.5772/58660>.
20. Ninawe N, Ullal NA, Khandelwal V. 2012. A 1-year clinical evaluation of fissure sealants on permanent first molars. *Contemp Clin Dent*. 2012;3(1):54-9.