

Comparison Of Element Release From Glass Ionomer Cement With Various Coating Agents

Muhammad Dian Firdausy*, Eko Hadiano*, Budi Suhartono**, Salsa Sarah Aliza***, Nadia Brilianti

Firdausia***, Erwid Fatchur Rahman****, Grahita Aditya**, Tahta Danifatis Sunnah*****

*Department of Dental Materials, Faculty of Dentistry, Sultan Agung Islamic University

**Department of Orthodontics, Faculty of Dentistry, Sultan Agung Islamic University

***Dental Medicine Program, Faculty of Dentistry, Sultan Agung Islamic University

****Department of Oral Surgery, Faculty of Dentistry, Sultan Agung Islamic University

*****Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Sultan Agung Islamic University

Correspondence: dian.firdausy@unissula.ac.id

Received 21 July 2026; Revision 1st 21 July 2026, Accepted 27 August 2026; Published online 27 August 2026

Keywords:

Coating agent, GIC, particle release, alumina, fluorida, Natrium, Calcium, Kalium

ABSTRACT

Background: GIC is very susceptible to contamination especially within 24 hours after mixing during the setting reaction. To protect against this, a coating agent can be applied. This study aims to determine the difference in fluoride release levels in Glass Ionomer Cement using coating agents such as EQUIA Coat, Varnish, and Cocoa Butter.

Method: 21 cylindrical samples were prepared from conventional GIC (GC Fuji type II) and divided into 3 groups (groups I, II, and III) of 7 each. Group I samples were coated with EQUIA Forte Coat, group II with Varnish, and group III with Cocoa Butter. Each group of samples was stored in glass bottles soaked in distilled water for 7 days in an incubator at 37°C. The fluoride release was measured using a 2010 DR spectrophotometer, while Alumina, natrium, Kalium, and Calcium releases were measured by an ICP-OES assay. The data obtained were analyzed comparatively using one-way ANOVA and the Kruskal-Wallis statistical test.

Result: EQUIA Forte Coat showed the lowest concentration of released particles of Aluminum, Kalium, Natrium, and Fluoride, while the highest concentration was found in the Varnish group.

Conclusion: The results concluded that EQUIA Forte Coat can seal GIC material well. Nevertheless, particles released in all groups are still considered to be safe for clinical usage.

Copyright ©2022 National Research and Innovation Agency. This is an open access article under the CC BY-SA license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).

DOI: <http://dx.doi.org/10.30659/medali.8.2.162-170>

MEDALI Jurnal: Media Dental Intelektual accredited as **Sinta 4 Journal**

(<https://sinta.kemdikbud.go.id/journals/profile/13665>)

2337-6937/ 2460-4151 ©2025 National Research and Innovation Agency

This is an open access article under the CC BY-SA license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

How to Cite: Firdausy et al. Comparison Of Element Release From Glass Ionomer Cement With Various Coating Agents. MEDALI Jurnal: Media Dental Intelektual, v.8, n.2, p.162-170, August 2026.

PENDAHULUAN

Glass Ionomer Cement (GIC) adalah bahan kedokteran gigi yang digunakan untuk perbaikan gigi. bahan GIC diperkenalkan oleh Wilson dan Kent pada tahun 1972 (1). Karakteristik positif dari GIC diantaranya adhesi kimia terhadap email dan dentin, ketahanan terhadap kebocoran mikro, integritas marginal yang baik, koefisien ekspansi termal yang mirip dengan struktur gigi, biokompatibilitas pada rongga mulut baik, dan pelepasan fluorida (2).

GIC berbahan dasar dari *powder* basa dan *liquid* asam (3). Material *powder* dengan kandungan Silikat (SiO_2), Alumina (Al_2O_3), Aluminium *fluoride* (AlF_3), Kalsium *fluoride* (CaF_2), Natrium *fluoride* (NaF), Aluminium fosfat (AlPO_4) (4). *Liquid* pada material GIC mengandung 50% larutan asam dari poliakrilat yang cenderung kental seperti gel (5).

Bahan *powder* dan *liquid* GIC dilakukan pencampuran selama 2-3 menit dengan reaksi asam – basa yang disebut inisial *setting* (3). Proses *setting* selanjutnya kalsium *cross-links* selama 4 – 10 menit yang menghasilkan gelasi dan pembentukan kalsium poliakrilat (6). Tahap akhir *setting* terjadi pembentukan aluminium *cross-links* yang terbentuk dari gel silika dengan matriks Ca^{2+} dan Al^{3+} dalam waktu 24 jam (3). Bahan yang cukup signifikan berperan selama proses *setting* dari awal hingga semen mengeras adalah aluminium *release* (7).

GIC adalah semen berbasis air dimana air memainkan peran penting dalam reaksi *setting*. Selama tahap awal reaksi *setting*, hidrogel silika semen harus dilindungi dari kontaminasi air untuk mencegah pelarutan semen (Mensudar dan Sukumaran, 2015). Setelah semen *setting*, kehilangan air yaitu dehidrasi semen harus dicegah untuk menghindari retak/ *cracking* pada permukaan

semen (9). Untuk mencegah hal ini, aplikasi bahan *coating agent* dapat dilakukan.

Pelapis yang berguna sebagai pelindung untuk GIC biasanya disebut *coating agent* untuk meminimalisir terjadi erosi dan abrasi (10). *Coating agent* yang dapat digunakan seperti *petroleum jelly*, *cocoa butter*, *varnish* dan *light-cured resin* seperti equia yang memiliki kelebihan masing - masing (11,12). Pemilihan bahan pelapis sangat penting karena berbagai faktor yang mempengaruhi resistensi restorasi di rongga mulut salah satunya saliva yang dapat menurunkan sifat fisik dan mekanik tumpatan (13). Berbeda dengan varnish dan *cocoa butter*, equia adalah bahan pelindung yang dikembangkan oleh Jepang dengan ukuran partikel nanofilled sehingga meningkatkan estetika pada permukaan restorasi, mempunyai perlekatan baik terhadap tumpatan, dan mengurangi keausan (14).

Pelepasan fluorida dari GIC adalah proses yang kompleks dan dipengaruhi oleh faktor intrinsik dan ekstrinsik (Dey dan Giri, 2016). Faktor intrinsik meliputi komposisi, rasio bubuk/cair, geometri spesimen, suhu, waktu pencampuran, kelarutan, porositas bahan, dan *finishing*. Faktor ekstrinsik meliputi jenis dan pH media penyimpanan, suhu lingkungan, desain eksperimen (volume media penyimpanan, dan frekuensi perubahan media, pengadukan) (Kishore dkk., 2016).

Pelepasan fluorida meningkat dalam lingkungan yang asam karena degradasi permukaan (17). Peningkatan pelepasan fluorida pada pH yang lebih rendah meningkatkan sifat antikariogenik dari GIC karena proses karies juga menurunkan pH lingkungan sekitar gigi (18). Kemampuan pelepasan fluorida dari GIC memberikan ketahanan terhadap pembentukan karies sekunder di sekitar restorasi sebagai akibat dari penetrasi fluorida ke dalam dentin yang

termineralisasi (Okte dkk., 2012). Pelepasan fluorida juga dapat mengurangi hipersensitivitas jaringan keras gigi terhadap makanan dan minuman dingin (Sidhu dan Nicholson, 2016). Tertelan dalam jumlah berlebihan, fluorida dapat menjadi racun (Kanjevac dkk., 2012). *American Dental Association* telah merekomendasikan bahwa tidak lebih dari 120 mg fluorida (264 mg sodium fluorida) diberikan pada satu waktu (22).

Penggunaan aluminium baik yang sudah sesuai dengan dosis jika digunakan jangka panjang dan yang berlebih pada tubuh itu tidak baik karena aluminium memiliki sifat toksisitas pada tubuh yang dapat menyebabkan kerusakan pada organ manusia seperti otak, tulang, ginjal dan hati (23,24). Awal terpaparnya aluminium melalui pencernaan dan diserap tubuh lalu di edarkan melalui pembuluh darah dan memasuki sistem saraf pusat (25). Aluminium pada sistem saraf pusat dapat menyebabkan kerusakan pada sel neuron hingga neurodegeneratif, meningkatnya radikal bebas dalam otak, dan menurunnya antioksidan dalam otak (24).

Efek toksisitas aluminium lainnya, seperti pada tulang dijelaskan dalam penelitian (26) bahwa *release*-nya aluminium lalu diserap sekitar gigi akan menghambat pembentukan hidroksiapatit yang berperan dalam proses remineralisasi tulang dan gigi. Melihat dampak yang begitu besar dari toksisitas *release*-nya aluminium, didapatkan pemberian *coating agent* pada restorasi GIC yang bertujuan supaya kualitas restorasi baik dan meminimalkan efek toksisitas dari *release*-nya aluminium (27).

Aluminium *release* yang terjadi pada GIC dipengaruhi oleh kadar keasaman seperti obat asma jenis salbutamol sulfat dengan pH 3,4 – 5 menghasilkan efek aluminium *release* lebih tinggi karena memiliki kandungan sulfat yang membuat reaksi ionisasi lebih cepat daripada kandungan

asam pada saliva buatan (28). Penggantian komponen aluminium dengan magnesium atau strontium-silikat kadar rendah dalam GIC telah dilakukan penelitian untuk mendapatkan menghilangkan sifat toksik terhadap jaringan tulang, biokompatibilitas baik, regenerasi jaringan keras yang baik (29).

Oleh karena itu dalam penelitian ini akan membahas tentang bagaimana kadar pelepasan beberapa partikel penyusun GIC dengan menggunakan 3 *coating agent* yang berbeda.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini sudah disetujui oleh Komisi Etik Penelitian Kesehatan (KEPK) Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Islam Sultan Agung Semarang melalui surat Ethical Clearance No.324/B.1-KEPK/SA-FKG/XI/2021.

Penelitian ini merupakan penelitian *true experimental laboratories* menggunakan 3 kelompok *coating agent* yang diaplikasikan pada GIC konvensional Fuji II. Kelompok dalam penelitian ini adalah GIC Fuji II yang diaplikasikan EQUIA Forte Coat (kelompok I), Varnish (kelompok II), dan Cocoa Butter (kelompok III). Sebanyak 7 spesimen dari tiap kelompok berbentuk silinder dengan diameter 12 mm dan ketebalan 2 mm dibuat dengan menggunakan cetakan logam stainless steel. Spesimen dibuat dengan menggunakan takaran dan metode standar pabrik. Setelah spesimen dibuat, seluruh spesimen disimpan selama 24 jam pertama di dalam inkubator dengan suhu 37°C.

Setiap spesimen ditempatkan dalam wadah berupa botol kaca tertutup dan diberi label untuk memudahkan identifikasi. Setiap botol spesimen diberi akuades sebanyak 100ml hingga seluruh spesimen dalam botol terendam akuades. Botol tempat spesimen kemudian ditutup rapat dan disimpan dalam inkubator dengan suhu 37°C.

Setelah 7 hari perendaman, spesimen dikeluarkan dari botol kaca. Kemudian akuades yang digunakan untuk perendaman dilakukan pengukuran kadar fluoride release dengan menggunakan alat uji Spektrofotometer DR 2010. Pada alat ini, dibutuhkan reagen SPADNS agar kandungan fluorida dalam akuades dapat terbaca oleh alat uji. Sedangkan untuk dilakukan pengujian aluminium, Calcium, Kalium dan natrium release menggunakan Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectroscopy (ICP-OES). Hasil pengujian yang didapatkan berupa nilai konsentrasi analit dalam sampel dinyatakan dalam satuan mg/L (ppm).

Data kadar particle release yang didapatkan dianalisis secara statistic menggunakan SPSS. Sebelum dilakukan uji beda, data diuji normalitas dan homogenitasnya terlebih dahulu menggunakan Shapiro Wilk dan *Levene Test*. Apabila data terdistribusi normal dan homogen, dapat dilanjutkan uji beda menggunakan uji One Way ANOVA dan uji post-hoc Bonferroni. Namun apabila data tidak terdistribusi normal dan homogen, maka dilakukan uji Kruskal-wallis dan uji post-hoc Mann-Whitney U.

HASIL PENELITIAN

Setelah dilakukan perendaman selama 7 hari dalam akuades, hasil pengukuran particle release menggunakan uji spektrofotometer dan ICP-OES dirangkum pada tabel 1. Secara keseluruhan, kelompok GIC yang dilapisi menggunakan Equia Coat memiliki rerata particle release yang lebih kecil dibanding kelompok lain pada uji release elemen Aluminium, Kalium, Natrium dan Fluor. Rerata particle release pada elemen-elemen tersebut didapatkan kadar pelepasan paling tinggi pada kelompok GIC dengan coating agent menggunakan Varnish, namun pada uji release particle Natrium, kelompok Varnish justru

memiliki kadar paling rendah. Sebelum dilakukan uji beda, seluruh data diuji normalitasnya menggunakan uji Saphiro-Wilk (tabel 2) dilanjutkan dengan uji homogenitas menggunakan uji Levene (tabel 3).

Berdasarkan hasil uji normalitas pada tabel 2, data particle release untuk elemen Aluminium, Calcium, Kalium dan Fluor terdistribusi normal ($p > 0.05$), sehingga dilanjutkan dengan menggunakan uji One Way ANOVA. Sedangkan Untuk elemen Natrium, dilakukan uji alternatif menggunakan Kruskal-Wallis karena data tidak berdistribusi normal ($p < 0.05$). Hasil uji homogenitas menggunakan uji Levene pada tabel 3, menunjukkan data particle release untuk elemen Aluminium dan Calcium tidak homogen ($p < 0.05$) sedangkan elemen Kalium, Natrium dan Fluor datanya homogen ($p > 0.05$).

Hasil uji beda menggunakan One Way ANOVA (tabel 4) pada particle release untuk elemen Calcium dan Kalium tidak didapatkan perbedaan particle release yang signifikan ($p > 0.05$). Sedangkan untuk elemen Aluminium dan Fluoride didapatkan perbedaan particle release yang signifikan ($p < 0.05$) sehingga memerlukan uji post hoc untuk membandingkan antar kelompok. Untuk elemen aluminium uji post-hoc menggunakan Games-Howell karena distribusi data yang tidak homogen, sedangkan untuk Fluoride menggunakan uji Bonferroni karena data yang homogen.

Hasil uji beda pada elemen Natrium menggunakan uji Kruskal-Wallis (tabel 5) didapatkan perbedaan kadar particle release yang signifikan ($p < 0.05$), dan untuk membandingkan antar kelompok, dilanjutkan dengan uji post-hoc mann-Whitney. Hasil uji post-hoc untuk elemen Aluminium, Natrium dan Fluor dirangkum dalam tabel 6.

Hasil uji-posthoc menggunakan uji Games-Howell pada particle release Aluminium

menunjukkan bahwa kelompok Equia Coat memiliki kadar release yang lebih rendah dan signifikan dibanding kedua kelompok lain. Untuk elemen Fluorida, berdasarkan hasil uji post-hoc menggunakan uji Bonferroni didapatkan bahwa kadar particle release fluorida pada kelompok

varnish lebih tinggi secara signifikan ($p < 0.05$) dibandingkan dengan kelompok Equia Coat. Sedangkan untuk hasil uji post-hoc elemen Natrium menggunakan uji Mann-Whitney didapatkan bahwa ketiga kelompok memiliki perbedaan particle release Natrium yang cukup signifikan ($p < 0.05$).

Tabel 1. Nilai rerata particle release (ppm)

Kelompok	Al	Ca	K	Na	F
Equia Coat	0.267±0.047	1.908±0.332	1.377±0.271	4.958±2.018	0.389±0.313
Varnish	0.494±0.144	1.566±0.452	1.502±0.223	6.594±2.035	1.067±0.414
Cocoa Butter	0.362±0.071	1.716±0.201	1.327±0.105	5.311±0.317	0.780±0.336

Tabel 2. Uji Normalitas (Saphiro Wilk)

Kelompok	Al	Ca	K	Na	F
Equia Coat	.539	.059	.275	.000	.081
Varnish	.111	.653	.602	.003	.695
Cocoa Butter	.299	.301	.285	.562	.213

Tabel 3. Uji Homogenitas (Levene)

Levene statistic	Al	Ca	K	Na	F
Based on mean	.000	.000	.345	.122	.264

Tabel 4. Uji One Way ANOVA

ANOVA	Al	Ca	K	F
Sig.	.000	.401	.182	.001

Tabel 5. Uji Kruskal Wallis

ANOVA	Na
Sig.	.001

Tabel 6. Uji Post-hoc

Uji post-hoc		Equia Coat	Varnish	Cocoa Butter
Al	Games-Howell	Equia Coat	0.002	0.007
		Varnish	0.002	0.053
		Cocoa Butter	0.007	0.053
F	Bonferroni	Equia Coat	0.001	0.063
		Varnish	0.001	0.233
		Cocoa Butter	0.063	0.233

Na	Mann-Whitney	Equia Coat		0.002	0.003
		Varnish	0.002		0.043
		Cocoa Butter	0.003	0.043	

PEMBAHASAN

GIC merupakan bahan restoratif kedokteran gigi yang memiliki kemampuan *fluoride release*¹⁰. Kandungan *filler* dan sifat fase matriks hidrogel GIC bertanggung jawab atas *fluoride release*. *Fluoroaluminosilicat glass* adalah pengisi utama serta sumber utama *fluoride release*(31).

Proses setting GIC terjadi karena interaksi antara cairan poliasam dan bubuk kaca dalam bentuk reaksi asam-basa(32). Menurut Gemalmaz dkk, jumlah matriks terlarut maksimum pada fase awal setting GIC dan periode paling sensitif adalah enam menit pertama setelah pencampuran. Kontaminasi kelembaban selama fase ini dapat menyebabkan hilangnya matriks terlarut dan mengurangi sifat fisiknya(33,34). Oleh karena itu GIC harus dilindungi dari kontaminasi air ekstrinsik selama setting tahap awal untuk mencegah pembubaran ion ketika setting dan juga harus dilindungi terhadap dehidrasi untuk menghindari *crack*(33).

Coating agent direkomendasikan selama tahap setting awal GIC konvensional untuk memperoleh maturasi yang tepat(32). Namun, dengan aplikasi *coating agent* pada permukaan GIC pasti menghambat sifat *fluoride release* yang disebabkan oleh pengurangan pergerakan air tetapi tidak sepenuhnya mencegah *fluoride release*(35,36).

Pada penelitian ini, didapatkan bahwa Equia Coat memiliki kadar release partikel yang cukup rendah dibandingkan dengan kelompok lain, terbukti pada hasil rangkaian analisa statistik yang telah dilakukan, kelompok Equia Coat memiliki kadar release partikel Aluminium, Kalium, Natrium dan Fluoride yang lebih rendah dibanding dua kelompok yang lain. Performa yang lebih baik dari

EQUIA Forte Coat dibandingkan dengan GC Fuji Varnish dapat dikaitkan dengan karakteristik dari filler EQUIA berupa nanofiller yang dapat menutup celah mikro pada GIC dengan baik. EQUIA Forte Coat adalah *coating agent* yang sangat efektif(37). Hal ini sesuai dengan hasil yang diperoleh dari penelitian sebelumnya bahwa kinerja EQUIA Forte Coat sebagai *coating agent* nanofiller dapat memberikan stabilisasi bahan restoratif dan mengisi semua celah mikro serta porositas pada bahan restoratif(33).

EQUIA Forte Coat melekat lebih baik daripada Fuji Varnish pada GIC. Ini mungkin karena filler berupa silika dengan partikel berteknologi nano yang digunakan dalam EQUIA Forte Coat memungkinkan dispersi partikel filler yang merata(35,38). Ketika Fuji Varnish diaplikasikan pada GIC, zat terlarut yang menempel pada permukaan GIC memiliki molekul lebih besar dari partikel nano dari EQUIA Forte Coat dan ini mungkin memengaruhi ketebalan film dari kedua lapisan(37).

Penelitian sebelumnya menyatakan bahwa *light-curable coating* EQUIA Forte lebih baik daripada varnish karena mereka dapat melindungi GIC lebih efektif dari dehidrasi atau penyerapan air serta dapat memperbaiki sifat fisik restorasi(30). Keuntungan dari *adhesive coating agent* adalah memberikan efek laminasi pada permukaan GIC dan memfasilitasi fase maturasi lengkap GIC saat mekanisme setting dengan mencegah kontak awal dari air ekstrinsik, dan karenanya menciptakan bahan yang lebih kuat(33). Viskositas *coating agent* juga dapat berperan dalam menghalangi *fluoride release*. *Coating agent* dengan viskositas rendah akan memberikan sudut kontak yang rendah antara

coating dan permukaan GIC, memungkinkan pembasahan yang baik pada permukaan dan dengan demikian memberikan perlindungan yang optimal(30).

Aluminium yang *release* pada GIC dimulai dari fase *ion-leaching* menyebabkan kalsium dan aluminium dari kalsium fluoroaluminosilikat *release*, aluminium yang telah *release* akan bebas berdifusi dan berikatan dengan rantai asam poliakrilat membentuk *aluminium salt bridges* (39). Fase *hydrogel* merupakan fase lanjutan yang bersifat sensitive terhadap air dijelaskan pada penelitian Bajwa dan Pathak bahwa pada fase ini GIC mudah berikatan dengan air, air yang masuk akan berdifusi pada kation pembentuk matriks yang menyebabkan kerusakan struktur matriks dan ion dari bahan restorasi akan berdifusi keluar (40). Kontaminasi kelembapan yang terjadi dimulai dari 5 -10 menit setelah pencampuran yang menyebabkan ion aluminium *release* sehingga kekuatan pada restorasi rendah karena tidak terbentuk *aluminium salt bridges*(41,42). Kandungan yang keluar dari restorasi dapat mempengaruhi kekuatan tekan, dan kekasaran(43).

Faktor yang mempengaruhi kadar aluminium *release* adalah lamanya perendaman yang dijelaskan pada penelitian Czarnecka dkk bahwa perendaman dalam air lebih terlihat signifikan pada minggu pertama dan tidak signifikan pada minggu keenam, sedangkan perendaman dengan kandungan asam terlihat stabil dan signifikan dari minggu kedua hingga keenam(27). Okte dkk menjelaskan bahwa nilai aluminium tertinggi terjadi pada 24 jam pertama yang nantinya akan berkurang seiring pematangan GIC, dijelaskan juga bahwa aluminium yang *release* dikarenakan letaknya yang bebas tidak berikatan pada permukaan restorasi(19). Bahan yang digunakan untuk perendaman juga berpengaruh dimana perendaman dengan media air mengandung asam

pelepasan ion yang terjadi akan lebih banyak daripada akuades(11). Jumlah aluminium *release* yang telah diaplikasi ketiga bahan *coating agent* pada GIC dalam penelitian ini tidak melebihi 2 mg/kg, sehingga dapat disimpulkan bahwa tetap aman digunakan dalam klinis.

Mekanisme *fluoride release* dari GIC terjadi terutama melalui langkah-langkah berikut: *surface loss*, difusi melalui retakan dan pori-pori, kemudian difusi massal(44). Selama reaksi setting, asam poliakrilat menyerang permukaan *glass fillers* yang menyebabkan pelarutan cepat dan pelepasan konsentrasi ion fluorida yang sangat besar ke media sekitarnya(30). Namun, penurunan kadar fluorida yang terjadi pada hari-hari berikutnya disebabkan oleh lambatnya pelarutan dan pelepasan partikel melalui pori-pori bahan. Sementara itu, difusi massal terjadi selama fase pematangan karena kontak antara GIC dan media penyimpanan(44).

Penelitian sebelumnya melaporkan GIC *uncoated* melepaskan *fluoride* secara signifikan lebih banyak daripada *surface coated* (*mean*=1.04 ppm)(16). Hal ini dikarenakan tanpa perlindungan, GIC yang belum matang cukup larut dalam air. Tanpa perlindungan permukaan apa pun, akan mengganggu keseimbangan air yang akhirnya memengaruhi reaksi setting pada GIC(35,36). Dehidrasi dan kontaminasi dengan air ekstrinsik pada tahap setting dapat menurunkan sifat fisik GIC. Ketika reaksi pengaturan asam basa terganggu akan menyebabkan pembentukan matriks yang tidak tepat dengan sifat mekanik dan kekuatan tekan yang lebih rendah(36,45).

Ion fluorida sangat penting ketika konsentrasinya sesuai dalam saliva. Fluorida bisa menjadi racun dalam jumlah tertentu(21). Toksisitas akut dapat terjadi setelah menelan satu atau lebih dosis fluorida dalam waktu singkat yang kemudian menyebabkan keracunan. Berdasarkan makalah

penelitian dan beberapa kasus overdosis, kemungkinan dosis toksik (PTD) ditetapkan pada 5 mg/kg massa tubuh(46). Aplikasi ketiga bahan *coating agent* pada GIC dalam penelitian ini tidak ditemukan kadar *fluoride release* melebihi 5 mg/kg, yang berarti tetap aman digunakan dalam klinis.

KESIMPULAN

Secara keseluruhan, Equia Force Coat dapat menyegel permukaan GIC lebih baik dan mencegah release particle elemen Aluminum, Kalium, Natrium dan Fluor dibandingkan dengan kelompok yang dilapisi Varnish maupun Cocoa Butter. Kadar particle release aluminum dan fluor pada ketiga kelompok uji masih berada di bawah ambang batas toksisitas, sehingga tidak menimbulkan dampak buruk yang cukup signifikan dalam aplikasi klinis.

DAFTAR PUSTAKA

- Garg N and AG. Textbook of Operative Dentistry. 3rd ed. Garg NM, editor. New Delhi, London: The Health Sciences Publisher; 2015. 40 p.
- Almuhaiza M. Glass-ionomer cements in restorative dentistry: A critical appraisal. J Contemp Dent Pract. 2016;
- Soeprapto A. Pedomar dan Tatalaksana Praktik Kedokteran Gigi. 1st ed. Wijaya E, editor. Purwokerto; 2016.
- Bhargava A, Kurien J, Kumar G vinaya, Sangur R. Basic Dntal Materials. 4th ed. Vol. 53, Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis. 2016. 1689–1699 p.
- McCabe J, Walls AW. Applied dental materials. 9th ed. 2018.
- Learning M, Cookbook R. Textbook of Preclinical Conservative Dentistry. 2nd ed. 2017.
- Shahid S, Duminis T. Glass Ionomer Cement: Chemistry and Its Applications in Dentistry. Advanced Dental Biomaterials. Elsevier Ltd; 2019. 175–195 p.
- Mensudar R, Sukumaran VG. To evaluate the effect of surface coating on three different types glass ionomer restorations. Biomed Pharmacol J. 2015;
- Astrinata S, Ediati S, Almujadi. Lama Pemberian Semen Ionomer Kaca (SIK) Berlapis. Keperawatan, Jur Dent Gigi Assist Spec Kemenkes, Poltekkes. 2014;1(2):96–9.
- Kamatham R, Reddy S. Surface Coatings on Glass Ionomer Restorations in Pediatric Dentistry-Worthy or Not. J Indian Soc Pedod Prev Dent. 2013;31(4):229–33.
- Gorseta K, Glavina D, Skrinjaric T, Czarnecka B, Nicholson JW. The Effect of Petroleum Jelly, Light Cured Varnish and Different Storage Media on The Flexural Strength of Glass Ionomer Dental Cements. Acta Biomater Odontol Scand. 2016;2(1):55–9.
- Kishore GVS, Sai-Sankar AJ, Pratap-Gowd MJS, Sridhar M, Pranitha K, Sai-Krishna VS. Comparative Evaluation of Fluoride Releasing Ability of Various Restorative Materials After The Application of Surface Coating Agents – An in-vitro Study. J Clin Diagnostic Res. 2016;10(12):ZC38–41.
- Ismayanti D, Triaminingsih S, Eriwati YK. The Effect Of Salivary Ph On Diametral Tensile Strength Of Resin Modified Glass Ionomer Cement Coated With Coating Agent. J Phys Conf Ser. 2017;884(1).
- Türkün LS, Kanik O. A Prospective Six Year Clinical Study Evaluating Reinforced Glass Ionomer Cements With Resin Coating on Posterior Teeth: Quo vadis? Oper Dent. 2016;41(6):587–98.
- Dey S, Giri B. Fluoride Fact on Human Health and Health Problems: A Review. Med Clin Rev. 2016;02(01):1–6.
- Kishore GVS, Sai-Sankar AJ, Pratap-Gowd MJS, Sridhar M, Pranitha K, Sai-Krishna VS. Comparative evaluation of fluoride releasing ability of various restorative materials after the application of surface coating agents – An in-vitro study. J Clin Diagnostic Res. 2016;
- Dunitz M. An Atlas of Glass Ionomer Cements. 3rd ed. Mount GJ, editor. Francis: Taylor & Francis e-library; 2002.
- Khurshid Z dkk. Advanced Dental Biomaterials. Khurshid, Najeeb, Zafar S, editor. India: ELSEVIER; 2019.
- Okte Z, Bayrak S, Fidanci UR, Sel T. Fluoride and Aluminum Release from Restorative Materials using Ion Chromatography. J Appl Oral Sci. 2012;20(1):27–31.
- Sidhu S, Nicholson J. A review of glass-ionomer cements for clinical dentistry. J Funct Biomater. 2016;7(3):16.
- Kanjevac T, Milovanovic M, Volarevic V, L. Lukic M, Arsenijevic N, Markovic D, et al. Cytotoxic Effects of Glass Ionomer Cements on Human Dental Pulp Stem Cells Correlate with Fluoride Release. Med Chem (Los Angeles). 2012;8(1):40–5.
- Martínez-Mier EA. Fluoride: Its metabolism, toxicity, and role in dental health. J Evidence-Based Complement Altern Med. 2012;17(1):28–32.
- Corkins MR. Aluminum Effects in Infants and Children. Pediatrics. 2019;144(6).
- Kumar V, Gill KD. Oxidative stress and mitochondrial dysfunction in aluminium neurotoxicity and its amelioration: A review. Neurotoxicology [Internet]. 2014;41:154–66. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuro.2014.02.004>

25. Bondy SC. Low levels of Aluminum Can Lead to Behavioral and Morphological Changes Associated with Alzheimer's Disease and Age-Related Neurodegeneration. *Neurotoxicology*. 2016;52:222–9.
26. Aydin N, Karaoğlu S, Aybala-Oktay E, Çetinkaya S, Erdem O. Investigation of water sorption and aluminum releases from high viscosity and resin modified glass ionomer. *J Clin Exp Dent*. 2020;12(9):e844–51.
27. Czarnecka B, Limanowska-Shaw H, Nicholson JW. Buffering and Ion Release by A Glass Ionomer Cement Under Near Neutral and Acidic Conditions. *Biomaterials*. 2002;23(13):2783–8.
28. Nahzi MYI, Puspitasari D, Purwanti Z, Hatta I, Sukmana BI, Huldani, et al. The Effect of Salbutamol Sulfate Exposures on The Amount of Fluoride Ion, Calcium Ion and Aluminum Ion Release from GIC. *Int J Pharm Res*. 2020;12(3):2162–7.
29. Kim DA, Abo-Mosallam HA, Lee HY, Kim GR, Kim HW, Lee HH. Development of a Novel Aluminum Free Glass Ionomer Cement Based on Magnesium/Strontium Silicate Glasses. *Mater Sci Eng C*. 2014;42:665–71.
30. Habib S. Fluoride Releasing/Recharging Ability of Bulk-Fill and Resin Modified Glass Ionomer Cements After the Application of Different Surface Coating Agents: An In -Vitro Study. *Adv Dent J*. 2020;2(3):80–92.
31. Singh H, Acharya Rashmi S, Pai S, Kini S. Comparative evaluation of fluoride release from two different glass ionomer cement and a novel alkaline restorative material – An in vitro study. *Pesqui Bras Odontopediatria Clin Integr*. 2020;20:1–6.
32. Uğurlu M. How Do the Surface Coating and One-Year Water Aging Affect the Properties of Fluoride-Releasing Restorative Materials? *Niger J Clin Pract*. 2020;22:1070–7.
33. Tyagi S, Thomas AM, Sinnappah-Kang ND. A comparative evaluation of resin- and varnish-based surface protective agents on glass ionomer cement – a spectrophotometric analysis. *Biomater Investig Dent*. 2020;7(1):25–30.
34. Gemalmaz D, Yoruc B, Ozcan M, Alkumru HN. Effect of early water contact on solubility of glass ionomer luting cements. *J Prosthet Dent*. 1998;80(4):474–8.
35. Navazesh M, Kumar SKS. Measuring salivary flow. *J Am Dent Assoc*. 2008;139(May):35S–40S.
36. Shatat F. The effect of resin based coatings on fluoride release of glass ionomer cement, an in vitro study. 2018;(April).
37. Rajic VB, Miletic I, Gurgan S, Peros K. Fluoride Release from Glass Ionomer with Nano Filled Coat and Varnish. *ACTASTOMATOLOGICACROATIC A*. 2018;52(4):307–13.
38. Ramadan A, Ali M, Bayoumi R. Effect of Abrasive Containing Whitening Dentifrices on Surface Characteristics and Color Stability of Two Aesthetic Restorative Materials. *Al-Azhar Dent J Girls*. 2020;7(4):537–46.
39. Pinkham JR, Casamassimo P. *Pediatric Dentistry*. 4th ed. Rudolph P, editor. Vol. 57, Dental Clinics of North America. 2005.
40. Bajwa NK, Pathak A. Change in surface roughness of esthetic restorative materials after exposure to different immersion regimes in a cola drink. *ISRN Dent*. 2014;2014.
41. Sungkar S. Peran Kondisioner Pada Ahesi Bahan Restorasi Semen Ionomer Kaca Dengan Struktur Dentin. *Cakradonya Dent J*. 2014;6(2):678–744.
42. Nagpal A, Garg A, Amita. *Textbook of Operative Dntistry*. 3rd ed. Nisha G, editor. 2015.
43. Vitória LA, Aguiar TR, Santos PRB, Cavalcanti AN, Mathias P. Changes in Water Sorption and Solubility of Dental Adhesive Systems after Cigarette Smoke. *ISRN Dent*. 2013;2013:1–5.
44. Kucukyilmaz E, Savas S, Kavrik F, Yasa B, Botsali M. Fluoride release/recharging ability and bond strength of glass ionomer cements to sound and caries-affected dentin. *Niger J Clin Pract*. 2017;20(2):226–34.
45. Lari Z, Ezoji F, Gholinia H, Author C, Khodadadi E. Evaluation of wear resistance and fluoride release from glass ionomer covered with nanofilled self-adhesive coat: An in vitro study. *Casp J Dent Res*. 2021;10(1):27–34.
46. Kanduti D, Sterbenk P, Artnik and. Fluoride: a Review of Use and Effects on Health. *Mater Socio Medica*. 2016;28(2):133.