

Resin modified glass ionomer cement as an alternative restoration material

Resin modified glass ionomer cement sebagai bahan restorasi alternatif

¹Maya Sari Dewi, ²Putu Yetty Nugraha

¹Departemen Konservasi Gigi, Universitas Mahasaraswati Denpasar

²Departemen Ilmu Kedokteran Gigi Anak, Universitas Mahasaraswati Denpasar
Denpasar-Bali, Indonesia

Corresponding author: Maya Sari Dewi, e-mail: mayadewi0112@gmail.com

ABSTRACT

Oral health is important in today's modern world, as it allows individuals to eat, speak and socialise comfortably. But sometimes this condition is difficult to achieve, because the incidence of caries is still quite high. Dental caries is an infectious disease of the hard tissues of the teeth, namely enamel, dentin and cementum. If dental caries is not treated, it can continue to the supporting tissues of the teeth. Dental restoration materials help to reconstruct and repair dental hard tissues. To improve the physical properties and reduce the water sensitivity of conventional materials, resin-modified glass ionomer cements (RMGIC) were developed, which are restoration materials that combine the properties of conventional glass ionomer cements with composite resins. Several studies have shown that the amount of fluorine ions released by hybrid ionomers in RMGIC is greater than other restoration materials such as composite resins and composites, making RMGIC an option.

Keyword: caries, resin-modified glass ionomer cements (RMGIC), restoration

ABSTRAK

Kesehatan gigi dan mulut merupakan hal yang penting di jaman modern saat ini, karena memungkinkan individu untuk makan, berbicara, dan bersosialisasi dengan nyaman. Namun terkadang kondisi ini sulit untuk dicapai, karena insidensi karies masih cukup tinggi. Karies gigi merupakan suatu penyakit infeksi pada jaringan keras gigi, yaitu email, dentin dan sementum. Jika karies gigi tidak dirawat dapat berkelanjutan ke jaringan pendukung gigi. Bahan restorasi dental membantu untuk rekonstruksi dan perbaikan dari jaringan keras gigi. Untuk memperbaiki sifat fisik dan mengurangi sensitivitas air dari bahan konvensional, dikembangkanlah resin-modified glass ionomer cements (RMGIC) yang merupakan penggabungan sifat semen ionomer kaca konvensional dengan resin komposit. Dari beberapa riset ditunjukkan jumlah ion fluor yang dilepaskan oleh *hybrid* ionomer dalam RMGIC lebih banyak jika dibandingkan bahan restorasi lain seperti resin komposit dan kompomer, sehingga RMGIC menjadi pilihan.

Kata kunci: karies, resin-modified glass ionomer cements (RMGIC), restorasi

Received: 10 July 2024

Accepted: 1 October 2024

Published: 1 December 2024

PENDAHULUAN

Kesehatan gigi dan mulut merupakan hal yang penting di jaman modern ini, karena memungkinkan individu untuk makan, berbicara, dan bersosialisasi dengan nyaman. Namun kondisi ini kadang sulit dicapai yang tergambar melalui banyaknya masalah kesehatan gigi dan mulut di masyarakat seperti penyakit periodontal, karies gigi, dan penyakit infeksi lainnya. Tingginya kejadian karies menyebabkan turunnya produktivitas individu dan meningkatnya pengeluaran untuk upaya pengobatannya.

Karies merupakan suatu penyakit infeksi pada jaringan keras gigi, yaitu email, dentin dan sementum. Jika karies gigi tidak dirawat, akan berlanjut ke jaringan pendukung gigi. Pada kasus yang parah, infeksi ini akan menyebar dari gigi ke jaringan lunak disekitarnya dan dapat menyebabkan edentulus. Prevalensi karies di Indonesia yang 88,8%, akan cenderung meningkat sejalan meningkatnya usia. Berdasarkan hal tersebut maka dapat dikatakan masih banyak masyarakat yang belum melakukan tindakan perawatan kesehatan gigi, salah satunya berupa penumpatan menggunakan bahan restorasi.¹

Bahan restorasi gigi merekonstruksi dan memperbaiki jaringan keras gigi. Optimalisasi perbaikan bentuk gigi dalam dunia kedokteran gigi sangat dianjurkan. Perbaikan anatomi gigi adalah hal yang penting selain untuk menggantikan struktur gigi yang hilang juga untuk mengembalikan bentuk dan fungsi gigi.²

Penggunaan bahan restorasi dari logam telah bertahan cukup lama dalam bidang konservasi gigi. Akan tetapi penggunaan bahan restorasi logam mulai beralih ke restorasi bukan logam. Kondisi ini dikarenakan meningkatnya kebutuhan estetika dan sifat biokompatibilitas. Sa-

lah satu bahan tersebut yaitu bahan restorasi *glass ionomer cement* (GIC) atau semen ionomer kaca.²

Bahan *glass ionomer cement* (GIC) biasanya digunakan dalam kedokteran gigi sebagai bahan tumpatan dan semen luting. Bahan ini berdasarkan pada reaksi bubuk kaca silikat dan asam polialkenoat yang adalah tambahan dari golongan dental semen berbasis air dan terdiri atas *silicate cement*, *zinc phosphate cement* dan *zinc polycarboxylate cement*. *Glass ionomer* konvensional terdiri atas *fluoroaluminosilicate glass*, biasanya dalam garam stronsium atau kalsium dan cairan asam polialkenoat, misalnya poliakrilik, maleat, itakonik dan asam trikarbalik. Bahan konvensional dibuat dengan reaksi unsur asam antara cairan asam dan bubuk dasar. Baru-baru ini, untuk memperbaiki sifat fisik dan mengurangi sensitivitas air dan bahan konvensional, dikembangkanlah *resin-modified glass ionomer cements* (RMGIC).³

Resin modified glass ionomer cement merupakan bahan restorasi hasil penggabungan sifat GIC konvensional dengan resin komposit. Sifat dari RMGIC lebih mendekati sifat GIC konvensional dibandingkan resin komposit. Paduan sifat ini menyebabkan reaksi pengerasan pada RMGIC terjadi dalam 2 tahapan yaitu reaksi asam basa dan polimerisasi. Reaksi asam basa terjadi pada saat pencampuran *fluoroaluminosilicate* kaca dengan cairan asam (polialkenoat). Reaksi polimerisasi dengan aktivator kimia/sinar dilakukan pada *hybrid* ionomer untuk mengaktifkan monomer resin *2-hydroxyethyl methacrylate* (HEMA) yang terdapat di dalam bubuk dan atau cairan *hybrid* ionomer.⁴

Kombinasi ini menyebabkan RMGIC tetap mampu melepaskan ion fluor. Dari beberapa penelitian ditunjuk-

kan jumlah ion fluor yang dilepaskan oleh *hybrid ionomer* lebih banyak dibandingkan bahan restorasi lainnya seperti resin komposit dan kompomer. Namun jumlah ion fluor yang dilepaskan oleh *hybrid ionomer* sedikit lebih rendah atau sama dengan jumlah ion fluor yang dilepaskan oleh GIC konvensional. Kemampuan pelepasan ion fluor ini dipercaya mampu mencegah perkembangan karies sehingga bahan ini efektif digunakan pada gigi.⁴ Artikel ini membahas RMGIC sebagai bahan restorasi alternatif.

TINJAUAN PUSTAKA

Karies gigi

Karies adalah penyakit infeksi rongga mulut yang berjalan lambat dan tidak dapat sembuh sendiri, ditandai oleh terbentuknya kavitas pada permukaan gigi. Karies terjadi hanya bila ada bakteri *Streptococcus mutans* dan *Lactobacillus* yang mampu menghasilkan asam untuk proses demineralisasi struktur gigi. Karakteristik klinis ditandai dengan kavitas pada pit dan fisura, permukaan halus dan permukaan akar gigi. Kavitas terjadi akibat asam hasil metabolisme bakteri dalam plak mengubah karbohidrat menjadi energi dan asam organik. Proses demineralisasi terjadi bila pH mencapai 5,0-5,5. Demineralisasi dapat dihambat apabila pH >5,5 yang dapat diperoleh dari sistem *buffer saliva*, modifikasi diet, atau fluoridasi. Pada pH >5,5, terjadi remineralisasi struktur gigi, yaitu mineral menggantikan bagian permukaan email yang mengalami demineralisasi. Proses demineralisasi dan remineralisasi akan terjadi silih berganti. Keberhasilan perawatan karies gigi adalah dengan memahami keseimbangan antara demineralisasi dan remineralisasi. Restorasi diperlukan bila telah terjadi kavitas untuk mengembalikan bentuk, fungsi pengunyahan dan estetika.^{5,6}

Restorasi gigi

Restorasi gigi adalah proses yang bertujuan untuk mengembalikan fungsi dan morfologi bagian gigi yang hilang dengan menggunakan bahan seperti amalgam dan resin komposit.⁵ Restorasi gigi merupakan salah satu perawatan pada pasien yang mengalami karies gigi. Restorasi dapat dibedakan atas restorasi direk dan indirek. Restorasi direk dapat dibuat langsung pada kavitas gigi dalam satu kunjungan, sedangkan restorasi indirek dikerjakan di luar mulut pasien dan sering digunakan untuk gigi yang kehilangan banyak strukturnya karena dapat mengembalikan kontur, fungsi, dan tampilan dari gigi. Restorasi gigi dapat dilakukan dengan beberapa macam bahan. Bahan restorasi gigi sangat beragam dan terus mengalami perkembangan, diantaranya amalgam kemudian beralih dengan digunakannya resin komposit, dan berkembang pula bahan tumpatan modifikasi resin dengan *glass ionomer kompomer*, *giomer* (komposit modifikasi glass filler), semen ionomer kaca (*self-setting*), resin modifikasi glass ionomer (polimerisasi sinar), serta bahan restorasi sementara semen zinc oxide eugenol.⁶

Resin modified glass ionomer cement

RMGIC merupakan penggabungan dari sifat GIC de-

ngan resin komposit. Sifat yang dimiliki oleh RMGIC lebih mendekati sifat GIC konvensional dibandingkan resin komposit. Perpaduan sifat ini menyebabkan reaksi pengerasan pada RMGIC terjadi dalam 2 tahapan, yakni reaksi asam basa dan polimerisasi. Reaksi asam basa terjadi saat pencampuran *fluoroaluminosilicate* kaca dengan cairan asam (poliaklenoat). Sedangkan reaksi Polimerisasi dengan aktivator kimia atau sinar dilakukan pada *hybrid ionomer* untuk mengaktivasi monomer resin HEMA yang terdapat dalam bubuk atau cairan *hybrid ionomer*.⁷

Kombinasi reaksi dari RMGIC tetap mampu melepas ion fluor. Dari beberapa penelitian, ditunjukkan jumlah ion fluor yang dilepaskan oleh *hybrid ionomer* lebih banyak dibandingkan dengan bahan restorasi lainnya seperti resin komposit dan kompomer, namun jumlah ion fluor yang dilepaskan lebih rendah atau sama dengan jumlah ion fluor yang dilepaskan oleh GIC konvensional.⁷ Salah satu contoh resin aditif ini adalah penambahan metakrilat ke asam poliakrilat. Contoh lain dari RMGIC adalah resin komposit yang dimodifikasi poliasam yang terdiri atas monomer makro, yang biasa digunakan dalam resin komposit, yang mengandung *bisphenol A-glycidyl dimethacrylate* (bisGMA) atau *urethane dimethacrylate* dengan sedikit monomer asam menggunakan kaca pelepas ion yang sama seperti partikel pengisi yang digunakan dalam GIC konvensional, namun ukurannya kecil. Reaksi pengaturan awal dimulai dengan pengawetan ringan, diikuti oleh reaksi asam-basa setelah penyerapan air.²

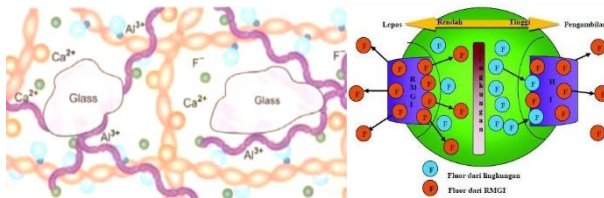
Komposisi dari RMGI ini hampir sama dengan komposisi GIC. Kandungan *calcium fluoroaluminosilicate glass* yang terdiri dari SiO_2 , Al_2O_3 , CaF_2 , Na_3AlF_6 , AlF_3 , dan AlPO_4 juga dijumpai pada bubuk RMGIC. Perbedaan komposisi dijumpai pada *liquid* yaitu terdapat penambahan HEMA selain mengandung asam polikarboksilat dan air. Penambahan HEMA ini bertujuan sebagai *wetting agent* untuk mengurangi ketahanan *ionomer cement* terhadap air sehingga meningkatkan adhesi dan sifat mekanik RMGIC. Tujuan dari modifikasi GIC ini adalah untuk mengurangi atau meminimalisasi sifat semen yang kurang estetik dan terlalu rapuh atau *brittle*.⁷

Reaksi pengerasan RMGIC umumnya terjadi hampir sama dengan reaksi GIC konvensional. Reaksi pengerasan ini mengalami reaksi asam basa yang terjadi pada saat *fluoroaluminosilicate glass* dan asam polikarboksilat disatukan sehingga partikel kaca pecah dan terjadi pelepasan ion yang terbentuk (Al^{3+} dan Ca^{2+}). Perpindahan ion metal ke dalam fase *liquid* dari semen disebut fase migrasi. Berikutnya adalah fase gelatin, yaitu terbentuk suatu gelatin karena ion metal memicu terjadinya pengerasan sehingga rantai asam poliakrilat akan berikatan silang dengan kalsium.⁷

Pada saat yang sama, reaksi polimerisasi terjadi pada HEMA dan *crosslinking agent* yang diawali dengan reaksi oksidasi dan reduksi atau katalis fotopolimerisasi. Reaksi ini akan membentuk satu campuran keras yang terjadi akibat terbentuknya ikatan hidrogen antara polimer HEMA dan asam polikarboksilat. Setelah pengeras-

an terjadi ketika ion metal yang mengelilingi rantai *poly-acid* meningkat sehingga semen lebih kaku. Pada fase ini ion natrium dan fluor tidak berperan dalam ikatan silang sehingga ion natrium akan menggantikan hidrogen dari gugus karboksil dan sisanya akan berikatan dengan fluor membentuk NaF. Ikatan silang yang terbentuk akan dihidrasi oleh air sehingga bagian yang tidak bereaksi pada partikel kaca akan diselubungi oleh gel silika yang terbentuk selama pelepasan kation dari permukaan partikel.⁷

Semen yang mengeras akan membentuk gumpalan partikel yang tidak bereaksi dan dikelilingi oleh silika di dalam matrik dari kalsium hidrat dan campuran garam aluminium. Saat terjadi pengerasan awal pada RMGIC dan berkontak dengan air maka reaksi pengerasan akan dihambat sehingga merusak permukaan semen. Sensitivitas terhadap air dapat dikurangi dengan pencampuran fotopolimerisasi sehingga mempercepat proses pengerasan.⁷



Gambar 1A Proses pertukaran ion RMGI, **B** proses pertukaran ion RMGIC dengan lingkungan, saliva dan gigi.⁷

Sifat fisik RMGIC lebih baik dibandingkan dengan GIC. Sifat-sifat tersebut antara lain memiliki waktu kerja yang lama, pengerasan yang cepat meningkatkan estetika dan translusensi.^{2,8} Bahan restorasi RMGIC memiliki warna yang lebih baik dibandingkan dengan GIC. Sifat kelarutan diharapkan rendah supaya tidak mudah larut dalam saliva, untuk mencegah microleakage.⁸ Sifat biologis RMGIC bertahan dalam kondisi rongga mulut lebih baik dibandingkan dengan GIC. Ion fluor yang dilepaskan oleh resin GIC lebih tinggi dibandingkan resin komposit dan kompomer. Namun, jika dibandingkan dengan GIC, jumlah ion fluor yang dilepaskan RMGIC sedikit lebih rendah atau sama dengan jumlah fluor yang dilepaskan oleh GIC.⁹

PEMBAHASAN

RMGIC dapat digunakan untuk menghentikan perkembangan karies yang telah meluas dan sering digunakan pada restorasi dengan beban oklusal yang rendah. Sifat mekanik yang dimiliki RMGIC yaitu tahan terhadap kelembaban dan fraktur, *working time* lebih lama dibandingkan GIC, dapat melepaskan fluor dan dapat melekat pada jaringan gigi.¹⁰ Tingginya sifat mekanik dari RMGIC juga dapat meningkatkan *shelf-life* dari bahan ini. Hal tersebut sangat dipengaruhi oleh adesi bahan restorasi dengan gigi. Reaksi yang terjadi pada RMGIC adalah reaksi polimerisasi yaitu terjadi ikatan hidrogen antara polimer HEMA dengan asam poliakrilat. Reaksi ini menghasilkan bahan restorasi menjadi kuat dan mengurangi kontaminasi air. Selain itu, bahan ini memiliki

kelebihan yang tidak dimiliki oleh GIC konvensional, yaitu sifat estetis yang lebih baik, proses pengerasan yang berlangsung cepat dan juga lebih tahan terhadap beban kompresi.¹¹

Resin tag yang pendek (H), pada ikatan bahan dengan gigi terjadi akibat asam poliakrilat membuang *smear layer* pada permukaan gigi tanpa membuka tubulus dentin terlalu besar. Jarak resin tag yang pendek diasumsikan cukup memadai untuk digunakan sebagai bahan tumpatan gigi sulung. Resin tag dapat menyebabkan peningkatan sifat mekanik bahan, salah satunya *shearbond*. *Shearbond* sangat penting untuk melihat ikatan antara bahan dengan dentin. Penelitian Suryakumari menunjukkan kekuatan *shearbond* RMGIC-gigi sulung (9,7 MPa) lebih baik dibandingkan dengan GIC-gigi sulung (3,81 MPa).¹⁰

Penelitian menunjukkan RMGIC dan glass ionomer sangat potensial untuk remineralisasi daerah yang terdemineralisasi atau disebut dengan *affected dentin* setelah mengevaluasi setelah 6 bulan dibandingkan resin komposit. Hal ini disebabkan adanya pelepasan ion fluor dari bahan restorasi ke permukaan gigi (email atau dentin). Pelepasan yang terus-menerus dapat menyebabkan meningkatnya kekerasan permukaan pada daerah yang terdemineralisasi.^{11,12}

RMGIC memiliki waktu pengerasan yang lebih cepat dibandingkan GIC. Pengerasan yang singkat dapat menyebabkan anak cenderung lebih nyaman dan tidak bosan saat pengerjaan di dokter gigi. Penambahan HEMA diketahui dapat mengurangi sensitivitas semen terhadap air sehingga semen lebih cepat mengeras. Selain untuk mengurangi sensitivitas air, HEMA pada RMGIC juga berperan dalam adesi dengan dentin. Ikatan yang terbentuk antara RMGIC dengan dentin tidak hanya secara kimiawi, tetapi juga secara mikromekanik. Ikatan mikromekanik diduga terjadi karena terbentuknya resin tag pada tubulus dentin akibat penetrasinya HEMA yang bersifat hidrofilik ke dalam tubulus dentin. Terjadi ikatan secara mikromekanik dan interaksi ion antara RMGIC dengan dentin sehingga *bond strength* pada RMGIC terhadap dentin lebih baik dan dapat membantu mengurangi kebocoran mikro antara RMGIC dengan dentin.^{13,14}

Kondisi remineralisasi terlihat jelas pada simulasi bahan restorasi pada rongga mulut. Adanya ion-ion yang terkandung dalam saliva dan gigi menyebabkan semen ini semakin kuat. Proses remineralisasi diperkirakan ion fluor yang terkandung di dalam larutan remineralisasi akan berdifusi ke dalam matriks resin sehingga kekerasan semen meningkat kembali. Ion fluor pada larutan perendaman dapat berikatan dengan ion kalsium dari specimen sehingga terbentuk CaF₂ yang mudah larut dan terdepositasi pada daerah porus sehingga dapat mempertahankan kekerasan permukaan *hybrid ionomer*.¹⁵⁻¹⁷

Disimpulkan bahwa restorasi gigi dapat menggunakan berbagai macam bahan, adapun yang mengalami perkembangan diantaranya yaitu RMGIC yang memiliki kelebihan yaitu tahan terhadap kelembaban, dan fraktur, *working time* lebih lama dibandingkan GIC. Bahan ini memiliki kelebihan yang tidak dimiliki oleh GIC

konvensional, yaitu sifat estetis yang lebih baik, proses pengerasan yang berlangsung cepat dan juga lebih tahan terhadap beban kompresi. Namun, juga memiliki kekurangan yaitu jumlah ion fluor yang dilepaskan lebih rendah atau sama dengan jumlah ion fluor yang dilepas-

kan oleh *glass ionomer cement* konvensional sehingga pada prinsipnya bahan ini dapat digunakan untuk restorasi pada daerah yang tidak menerima beban oklusal yang besar dan baik digunakan untuk restorasi pada gigi sulung.

DAFTAR PUSTAKA

1. Riset Kesehatan Dasar. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Kementerian Republik Indonesia 2018. 2018. Available from: http://www.depkes.go.id/resources/download/infoterkini/materi_rakorpop_2018/Hasil%20Riskesdas%202018.pdf. Diakses Juni 2020.
2. Permatasari AP, Ichrom Nahzi MY, Widodo W. Kekasaran permukaan resin-modified glass ionomer cement setelah perendaman dalam air sungai, *Dentino Jurnal Kedokteran Gigi* 2016; 1(2): 164-8
3. Sungkar S. Peran kondisioner pada adhesi bahan restorasi semen ionomer kaca dengan struktur dentin. *Cakradonya Dent J* 2023; 15(1):700-4
4. Trilaksana AC, Murniati, Glass ionomer cement modifikasi resin nano: bahan restorasi dental modern. *Makassar Dental Journal* 2020; 9(1):12-3.
5. Sibarani MR. Karies: etiologi, karaktarestik klinik, tatalaksana. *Majalah Kedokteran UKI* 2014;30(1).
6. Yadav K, Prakash S. Dental caries: a review. *Asian Journal of Biomedical and Pharmaceutical Sciences* 2016;6:1-7
7. Ana ID, Anggraeni R. Development of bioactive resin modified glass ionomer cement for dental biomedical applications. *J Heliyon* 2021;7:2-8.
8. Sundari I, Ningsih DS, Putri. Perbandingan kebocoran mikro antara basis GIC conventional dan RMGIC pada restorasi resin komposit nanofiller dengan teknik sandwich. *Cakradonya Dent J* 2013; 5(2):610-18.
9. Bahsi E, Sagmak S, Dayi B, Cellik OAZ. Types of glass ionomer cements. *Niger J Clin Pract* 2019;22(7):961-0
10. Silman Q, Mozartha M. Pengaruh obat kumur dengan variasi konsentrasi alkohol terhadap kekuatan tekan resin modified glass ionomer cement. *Proceeding Book 2nd Medan Esthetic Dentistry Seminar and Exhibition 2014*, 1-11.
11. Ningsih DS. Resin modified glass ionomer cement sebagai material alternatif restorasi untuk gigi sulung. *Odonto Dent J* 2014;1(2): 46-51.
12. Garg N, Garg A. *Textbook of operative dentistry* 2nd ed. New Delhi: Jaypee Brothers Medical Publishers; 2013.p.480-1.
13. Anusavice KJ. *Phillip's science of dental material*, Philadelphia: W.B. Saunders Company; 2003.p.482-3
14. Shuman I. New resin-modified glass ionomers as a base for class II and III direct composite restoration, known as the sandwich technique. *Dentaleconomics* 2017; 14(8): 421
15. Najeeb S, Khurshid Z, Zafar MS, Khan AS, Zohaib S, Marti JMN, et al. Modifications in glass ionomer cements: nano-sized fillers and bioactive nanoceramics. *Int J Molec Sci* 2016;17:1134.
16. Soratur SH. *Essentials of dental materials*. New Delhi: Jaypee Brothers Medical Publishers; 2002