

Resin nano modified glass ionomer cement: a modern dental restoration material

Glass ionomer cement modifikasi resin nano: bahan restorasi dental modern

¹Aries Chandra Trilaksana, ²Elizabeth Murniati

¹Departemen Konservasi Gigi

²Program Pendidikan Dokter Gigi Spesialis Konservasi Gigi

Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Hasanuddin

Makassar, Indonesia

E-mail: elizabeth.murniati@gmail.com

DOI: 10.35856/mdj.v9i1.303

ABSTRACT

GIC is one of the dental materials that has unique properties so that it can be useful as a restoration material and luting material. It has properties such as the ability of this material to chemically bind dentine and enamel through ion exchange mechanisms, as well as the ability to carry out ion exchange with the remaining tooth structure. This leads to the release of fluoride and other ions in the long time, so this material can prevent caries. Since its development, GIC has increasingly become an important part of dental practice to provide care that can maintain tooth structure, remineralize, and maintain aesthetics. GIC nano resin modification is a new development of GIC material that gives natural ionomer glass restoration, enhances aesthetics, provides strength and resistance to wear. This paper is aimed to explain the benefits of combining nano particles into glass ionomer powder in terms of the aspects of antimicrobial activity, their biocompatibility aspects, mechanical and physical aspects, as well as their composition and manipulation.

Keywords: GIC, nano resin, biocompatibility aspects, aspects of antimicrobial activity, mechanical and physical aspects

ABSTRAK

GIC merupakan salah satu bahan gigi yang mempunyai sifat yang khas sehingga dapat bermanfaat sebagai bahan restorasi dan bahan luting. Sifatnya antara lain bahan ini mampu mengikat dentin dan enamel secara kimia melalui mekanisme pertukaran ion, juga mampu melakukan pertukaran ion dengan struktur gigi yang tersisa. Hal ini mengarah ke pelepasan fluorida dan ion yang lain dalam jangka panjang, sehingga bahan ini dapat mencegah karies. Sejak perkembangannya, GIC semakin menjadi bagian penting dalam praktik dokter gigi untuk menyediakan perawatan yang dapat mempertahankan struktur gigi, membantu remineralisasi, dan mempertahankan estetik. GIC modifikasi resin nano merupakan perkembangan baru dari bahan GIC yang membuat restorasi glass ionomer terlihat alami, meningkatkan estetika, menyediakan kekuatan dan ketahanan terhadap keausan. Artikel ini menjelaskan manfaat penggabungan partikel nano ke dalam bubuk glass ionomer ditinjau dari aspek aktivitas antimikroba, aspek biokompatibilitasnya, aspek sifat mekanis dan fisik, serta komposisi dan manipulasinya.

Kata kunci: GIC, resin nano, aspek biokompatibilitas, aspek aktivitas antimikroba, aspek sifat mekanis dan fisik

Received: 1 Februari 2019

Accepted: 1 Juni 2019

Published: 1 April 2020

PENDAHULUAN

Selama beberapa dekade, dokter gigi telah mencari bahan estetik untuk menggantikan restorasi amalgam, sehingga restorasi baru diharapkan akan menunjukkan ketahanan terhadap keausan yang sebanding dengan amalgam. Dalam pencarian untuk mengganti amalgam, 2 jenis restorasi muncul, yaitu komposit dan glass ionomer yang masing-masing dengan cara yang berbeda memenuhi sebagian besar persyaratan bahan restorasi yang optimal. Namun sejumlah masalah yang terkait dengan penggunaan komposit resin, terutama terjadinya penyusutan, intoleransi terhadap kelembaban, dan kurangnya ikatan pada dentin dan email. Sementara itu kemajuan terjadi dalam pengembangan agen ikatan, yaitu glass ionomer telah dikembangkan untuk memecahkan masalah yang ada dalam restorasi resin komposit.¹

Akhir-akhir ini banyak upaya yang dilakukan untuk mengembangkan *glass ionomer cement* (GIC),

termasuk menggabungkan GIC dengan komponen *nanofiller* yang menghasilkan *glass ionomer* yang terlihat alami, meningkatkan estetika dan kekuatan dan ketahanan terhadap keausan.²⁻⁴

Artikel ini dimaksudkan untuk menjelaskan manfaat penggabungan partikel *nanofiller* ke dalam bubuk GIC ditinjau dari aspek aktivitas antimikroba, aspek biokompatibilitas, aspek sifat mekanis dan fisik, serta tentang komposisi dan manipulasinya.

TINJAUAN PUSTAKA

Keunggulan GIC Modifikasi resin nano

Penggabungan nanopartikel atau ukuran partikel glass ionomer rata-rata sekitar 10-20 μm dengan bubuk kaca dari glass ionomer menyebabkan distribusi partikel yang lebih dalam, sehingga nilai mekanisnya lebih tinggi. Hal ini menyebabkan nanopartikel dapat menempati ruang kosong di antara partikel GIC dan

berperan sebagai bahan penguat dalam komposisi GIC. Komponen nanofiller pada GIC juga meningkatkan beberapa sifat fisik dari restorasi.

Mekanisme ikatan nanofiller dan GIC dikaitkan dengan *interlocking* mikromekanis yang terbentuk oleh kekasaran permukaan. Selain itu, kemungkinan besar dikombinasikan dengan interaksi kimia melalui kopolimernya asam akrilat/itakonat.²

Perkembangan lain adalah pengenalan bahan nano baru yang disebut Sistem Equia®. Nanofiller silika anorganik yang berukuran 40 nm didispersikan dalam cairan dan memperkuat matriks polimer yang terbentuk. Menambahkan 15 wt.% nanofiller silika menghasilkan ketahanan terhadap aus yang baik dan pengurangan dalam setting awalnya. Ada peningkatan sifat optik dan tembus cahaya dibandingkan dengan GIC konvensional dan penampilan estetika yang sangat meningkat sehingga diklaim seindah gigi alami. Friedl, et al secara retrospektif meneliti kinerja GIC dan menyimpulkan Sistem Equia® akurat sebagai bahan pengisi untuk restorasi gigi posterior.

Efek penambahan seperti hydroxyapatite (HA) dan fluoroapatite (FA) nano pada GIC menjadi topik hangat para peneliti. Kristal HA terkenal dengan sifat biokompatibilitasnya dan berkontribusi besar dalam struktur kimia email dan dentin. Kekuatan ikatan meningkat dengan penambahan HA-mikro (5-10 µm), tapi kekuatan ikatan makin tinggi dengan penambahan HA-nano (100-150 nm). Peningkatan kekuatan ini mungkin terkait dengan area permukaan yang lebih luas untuk ikatan ke struktur gigi pada penambahan HA-nano. Area luas ini juga meningkatkan permukaan akhir dan kelarutan HA-nano yang membantu mengisi pori mikro yang demineralisasi dalam struktur gigi. Glass ionomer modifikasi nano menunjukkan sifat mekanik yang lebih baik seperti kekuatan kompresi, kekuatan *diametrical tensile* dan kekuatan lentur biaksial. Modifikasi GIC yang menggunakan bahan nano menjadi area aktif dari penelitian saat ini.⁵

Jika ditinjau dari aspek aktivitas antimikroba, di antara semua bahan restorasi gigi, GIC adalah yang paling kariostatik dan antibakteri sebab melepaskan fluoride. Pelepasan fluoride yang berkelanjutan dapat bermanfaat besar bagi pemulih gigi, karena fluoride dapat menguatkan email atau dentin untuk mencegah karies sekunder.^{2,4,6}

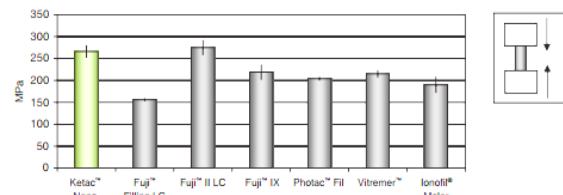
Studi yang dilakukan oleh Lin, et al bertujuan untuk menyelidiki sifat pelepasan fluoride dan efeknya terhadap kekuatan ikatan dua semen perekat secara *in vivo*, menyimpulkan pelepasan fluor kumulatif dari GIC modifikasi resin *nanofilled* sangat sedikit jika dibandingkan dengan GIC konvensional, namun lebih stabil pelepasan fluoride-nya jika dibandingkan dengan resin ionomer kaca modifikasi resin lainnya.

Magalhaes, et al mengevaluasi sifat antibakteri tiga semen dental yang dimodifikasi oleh nanosilver, yaitu Sealapex, RelyX ARC, dan Vitrebond. Hasilnya Sealapex dan Rely X menunjukkan penghambatan aktivitas bakteri, sementara Vitrebond tanpa nano silver menunjukkan sifat bakterisida yang meningkat dengan penambahan silver nano.

Studi yang dilaksanakan oleh Garcia-Contreras, et al menyimpulkan bahwa aktivitas pertumbuhan bakteri berkangur jika berkontak langsung ke GIC konvensional, GIC dengan penambahan 3% dan 5% (w/w) TiO₂ NPs. Jika aktivitas antibakteri GIC dengan 3% dan 5% (w/w) TiO₂ NPs dibandingkan dengan GIC konvensional, perbedaan signifikan diamati pada kedua kelompok, tetapi tidak ada perbedaan yang diamati antara GIC dengan 3% dan 5% (w/w) TiO₂ NPs. Penambahan minimal 3% atau 5% (w/w) TiO₂ NPs untuk GIC menunjukkan aktivitas antibakteri yang lebih tinggi terhadap *S. mutans* daripada GIC konvensional.

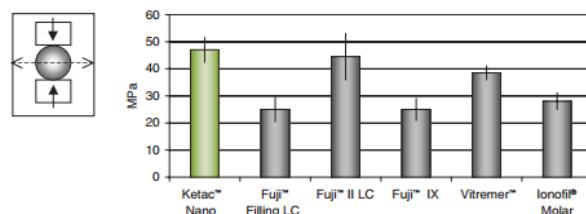
Ditinjau dari aspek biokompatibilitas, penelitian terbaru Garcia-Contreras yang menilai beberapa aspek mengenai biokompatibilitas pada bahan GIC-nano. Kemungkinan efek sitotoksik dan pro-inflamasi dari bubuk tiga jenis GIC yang berbeda (basis, inti, dan restoratif) disiapkan dengan dan tanpa nanopartikel TiO₂. Hasilnya adalah GIC menginduksi sitotoksitas yang jauh lebih rendah terhadap sel normal, tetapi menginduksi produksi prostaglandin E2. Penelitian menunjukkan bahwa biokompatibilitas GIC yang ditambahkan partikel nano TiO₂, dapat diterima sampai sedang oleh tubuh sama seperti efek proinflamasi pada konsentrasi yang lebih tinggi.²

Ditinjau dari aspek sifat mekanis dan fisik, ada beberapa hal. Kekuatan kompresi dan diametral tensile adalah dua ukuran umum untuk bahan restorasi gigi. Untuk uji kuat kompresi, sampel bahan diletakkan di bawah beban, kompresi di ujung yang berlawanan.¹ Kekuatan kompresi ditunjukkan secara grafis pada gambar 1 nilai kekuatan kompresi untuk berbagai konvensional, dan GIC modifikasi resin nano. Ketac™ restoratif nano memiliki kekuatan kompresi yang lebih tinggi dibandingkan dengan sebagian besar bahan restorasi ionomer kaca lainnya.



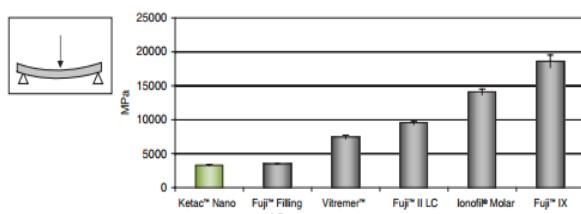
Gambar 1 Perbandingan kekuatan kompresi antara GIC modifikasi resin nano dan GIC (Sumber: Technical product profile Ketac. Available from <http://media.dentalcompare.com/>)

Kekuatandiametral tensile diukur menggunakan metode pengujian yang serupa, yaitu diaplikasikan pada sisi sampel sampai fraktur. Kekuatandiametral tensile dari berbagai bahan tampak pada Gambar 2. Kekuatandiametral tensile restorasi Ketac Nano secara statistik lebih besar dari ionomer kaca konvensional dan sebanding dengan ionomer kaca modifikasi resin lainnya.



Gambar 2 Perbandingan diametral tensile antara GIC modifikasi resin nano dan GIC (Sumber: Technical product profile Ketac available from <http://media.dentalcompare.com/>)

Secara historis, glass ionomer dikenal sebagai bahan yang rapuh. Modulus lentur adalah metode yang mendefinisikan kekakuan bahan. Modulus rendah menunjukkan bahan yang fleksibel. Seperti tampak pada Gambar 3, GIC konvensional memiliki modulus lentur lebih tinggi dari glass ionomer yang modifikasi resin. Ketac™ Nano Light Curing Glass Ionomer Restorative memiliki modulus lebih rendah (kurang rapuh) dari sebagian besar resin yang dimodifikasi dan ionomer kaca konvensional.



Gambar 3 Perbandingan modulus lentur GIC modifikasi resin nano dan GIC lainnya (Sumber: Technical Produk Profil Ketac available from <http://media.dental compare.com/>)

Dalam penelitian terbaru DeCaluwé menyelidiki apakah kombinasi kaca nano dan granula makro dengan komposisi yang berbeda dalam GIC dapat meningkat sifat mekanik dan fisik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *setting time* GIC menurun saat partikel kaca granula makro digantikan oleh partikel kaca granula nano. Sedangkan yang terkait dengan kekuatan kompresif dan modulus Young, meningkat. Singkatnya, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa mengganti kaca makro dengan partikel granula nano dengan komposisi berbeda dapat membuat semen hampir sama sifat fisiknya, seperti *setting time* dan konsistensi, tetapi dengan fisikokimia yang berbeda, misalnya *F-release*, *water-uptake*, dan sifat mekanis awal.

Moshaverinia, et al melakukan penelitian yang bertujuan untuk meningkatkan kekuatan mekanik GIC, sambil mempertahankan sifat klinisnya yang unik. Bahan disintesis dan dimasukkan ke dalam formulasi komersial GIC Fuji II N-vinylpyrrolidone (NVP) yang mengandung polimer, nano-hidroksi dan fluoroapatite (nano-HA dan FA). Sifat mekanik dari semen yang dihasilkan dievaluasi dan menunjukkan bahwa bahan-bahan aditif ini menjanjikan untuk bahan restorasi glass-ionomer. Penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan NVP nano-HA dan FA ke GIC mampu meningkatkan kekuatan mekaniknya dibandingkan dengan semen yang tidak dimodifikasi. Namun, efek penambahan partikel nano pada sifat mekanik GIC lebih memuaskan daripada jika ditambahkan asam poliakrilat yang dimodifikasi NVP menjadi GIC.²

Joshi et al menyelidiki dan membandingkan tiga pit dan fissure sealant yang berbeda dengan komposisi yang berbeda untuk memeriksa efektivitasnya dalam kekakuan dan kebocoran mikro. Disimpulkan bahwa penelitian dan implementasi teknologi nano dalam bahan gigi, seperti bahan komposit relatif lebih baik daripada GIC dan kompomer sebagai bahan sealant.²

Salem dan Kabel dalam studi tentang kebocoran mikro GIC nano pada restorasi Klas II, menyimpulkan bahwa GIC yang berisi nano menyebabkan kebocoran margin yang paling sedikit dibandingkan dengan GIC yang dimodifikasi resin, sehingga disarankan untuk menggunakan GIC yang berisi nano pada kavitas kelas II molar.⁷

Pada hasil studi Bollu et al, disimpulkan bahwa nano-ionomer menunjukkan kebocoran mikro yang signifikan lebih sedikit bila dibandingkan dengan GIC. Secara statistik tidak ada perbedaan signifikan yang ditemukan antara Nano Ionomer dan RMGIC.⁸

Sediaan GIC modifikasi resin nano

Ketac™ Nano Light Curing Glass Ionomer Restorative merupakan perkembangan terakhir dari teknologi GIC modifikasi resin nano. GIC modifikasi resin nano memiliki kemampuan melepaskan fluor dan ikatan *nano fillers* yang dapat meningkatkan kekuatan dan estetisnya. Perkembangan teknologi GIC modifikasi resin nano diarahkan pada penggabungan antara keuntungan dari GIC modifikasi resin *light cure* dan teknologi ikatan *nanofiller* dan *nanocluster*. Keuntungan kedua teknologi adalah tersedianya GIC modifikasi resin nano dengan peningkatan hasil polish dan estetika. Teknologi filler nano dapat memperkecil jarak antar partikel, sehingga meningkatkan sifat mekanik dan estetisnya. Sediaan terbaru GIC modifikasi resin nano adalah dalam bentuk kapsul.

Komposisi dari Ketac™ Nano LC Glass Ionomer Restorative dibedakan atas kimia yang berdasarkan

pada metakrilat yang dimodifikasi asam polyalkenoat, sistem pengisi terdiri dari glass fluoroaluminosilicate

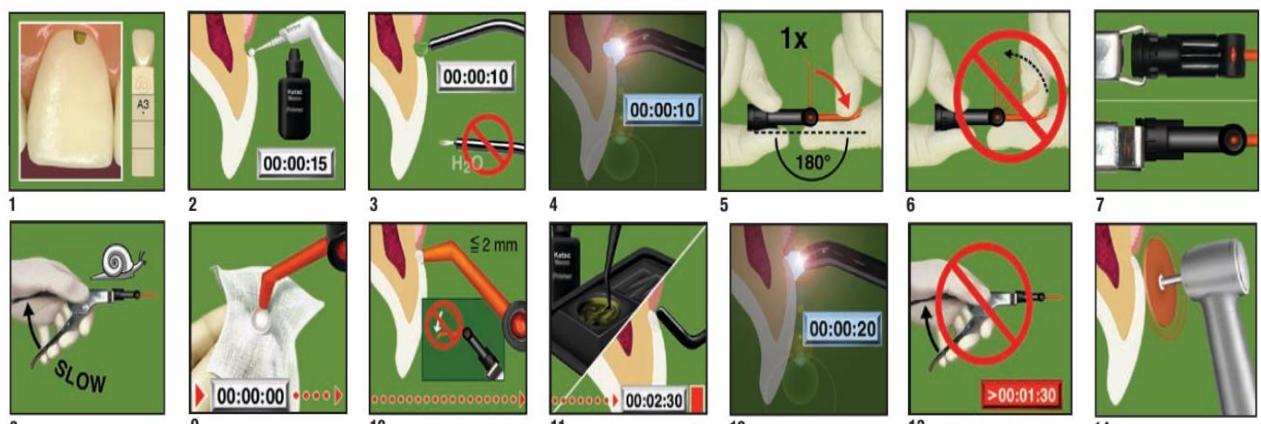


Gambar 4 Sediaan terbaru GIC modifikasi resin nano (Sumber: Ketac™ Nano LC Glass Ionomer Restorative. Technical data sheet. Available from http://www.3m.com/3M/en_US/all-3m-products/)

(FAS) asam-reaktif dan mengandung kombinasi unik dari dua jenis nanofiller dan nanoclusters. Pemuatan pengisi sekitar 69% berat, dan air. Kombinasi glass FAS, asam polyalkenoat dan air dalam restorasi Ketac Nano ini bertanggung jawab atas reaksi glass ionomer ionik yang berlangsung lambat seiring waktu. Komponen lainnya termasuk monomer metakrilat yang dapat dipolimerisasi dan photoinitiators.⁹

Cara manipulasi GIC modifikasi resin nano

Pertama-tama, warna bahan yang sesuai dengan warna gigi pilih dengan menggunakan *shade guide*.



Gambar 5 Cara manipulasi GIC modifikasi resin nano (Sumber: Technical Data Sheet available from http://www.3m.com/3M/en_US/all-3m-products/)

DAFTAR PUSTAKA

1. Technical Produk Profile Ketac, available from <http://media.dentalcompare.com/>
2. Lyapina MG, Tzekova M. Nano-glass-ionomer cement in modern restorative dentistry. Journal of IMAB 2016; 22
3. Al-Hamaory AR. Glass ionomer cement mechanical properties enhancement using hydroxiapatite micro and nano particles. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences 2018; 13(6)
4. Garcia RC. Mechanical, antibacterial and bond-strength properties of nano-titanium-enriched glass ionomer cement. Journal Applied Oral Science 2015
5. Khurshid Z, Zafar M. Advances in nanotechnology for restorative dentistry. Journal Material 2015; 8: 717-31.
6. Mitra SB, Oxman JD. Fluoride release a recharge behaviour of a nano filled resin modified glass ionomer compared with that of other fluoride releasing material. American Journal of Dentistry 2011.
7. Salem G, Kabel N. Evaluation of microleakage of a new generation nano-ionomer in Class II restoration of primary molars. International Journal of Medical and Health Science 2016; 10(12).

Setelah itu, primer Ketac nano diaplikasikan pada gigi yang telah dipreparasi dengan menggunakan aplikator sekali pakai lalu diamkan selama 15 detik. Selanjutnya dikeringkan dengan menggunakan semprotan angin selama 10 detik, kemudian *di-light cure* selama 10 detik.

Penutup kapsul dibuka dengan menggerakkan bagian ujung kapsul yang terdapat tip, 1 kali searah jarum jam sehingga membentuk sudut 180° dengan bodi kapsul. Kapsul yang terpasang pada pengaplikasi tampak dari samping dan atas. Pengaplikasi ditekan dengan lambat. Prosesnya selama lebih dari 1 menit 30 detik.

Proses penempatan bahan dimulai dari aplikasi bahan primer hingga penempatan bahannya dengan menggunakan pengaplikasi yang dilakukan selama ±2 menit 30 detik. Bahandi-*light cure* selama 20 detik. Bahan dari pengaplikasi tidak boleh didispensi lebih dari 1 menit 30 detik. Tahapan kerja diakhiri dengan finishing, menggunakan alat polish.

Dari hasil pembahasan mengenai *resin nano modified glass ionomer cement* disimpulkan bahwa modifikasi GIC dengan nano resin memiliki beberapa manfaat untuk diaplikasikan klinis sebagai bahan restorasi gigi, karena bahan ini dapat memberikan hasil yang lebih memuaskan dari segi estetika dan ketahanan terhadap keausan.

8. Bollu IP. Comparative evaluation of microleakage between nano-ionomer, giomer and resin modified glass ionomer cement in Class V cavities-CSLM study. Journal of Clinical and Diagnostic Research 2016.
9. KetacTM Nano light curing glass ionomer restorative. Technical Data Sheet. Available from http://www.3m.com/3M/en_US/all-3m-products/