

## Research Report

## Pengaruh chitosan belangkas (*Tachypleus gigas*) nanopartikel terhadap celah antara berbagai jenis semen ionomer kaca dengan dentin

*(The effect of horseshoe crab (*Tachypleus gigas*) dderived nanoparticle chitosan on interface between various glass ionomers and dentin)*

Henny Sutrisman,<sup>1</sup> Trimurni Abidin<sup>1</sup> dan Harry Agusnar<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departemen Ilmu Konservasi Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Sumatera Utara

<sup>2</sup> Departemen Ilmu Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara  
Medan - Indonesia

### ABSTRACT

**Background:** The development of dental material restoration is regarded to be relevant to obtain a better bonding between dental structure and restorative materials. Glass ionomer cement (GIC) is a bioactive material. Resin-modified GIC (RMGIC) is an alternative to the conventional glass ionomer. Nowadays with nano technology, this material is available in nano particle glass ionomer form in order to enhance the bond strength between tooth structure and restoration. The use of the natural product in dentistry such as chitosan has increased widely. Chitosan is one of the natural materials that used to improve the bioactivity of the glass ionomer. Studies showed that addition of chitosan high molecule to GIC can increase mechanical performance and capability and also as a catalyst to release fluoride ions. **Purpose:** This study was aimed to examine the effect of the addition of high molecular nanoparticle chitosan derived from horseshoe crab (*Tachypleus gigas*) on interface of RMGIC, nano RMGIC and the dentin surface. **Methods:** Nano particle chitosan was added to the restorative materials and then applied to the class I cavity of premolar and then the tooth was sectioned with diamond disc. Specimens were prepared for SEM examination. **Results:** The result showed that the addition of chitosan increases adhesion between restoration and dentin structure. **Conclusion:** The addition of nanoparticle chitosan with a high molecular weight of 0.015% into RMGIC and nanoparticle RMGIC can improve the adhesion of restorative material to dentin structure.

**Key words:** Chitosan high molecule, glass ionomer cements, adhesive interface, scanning electron microscopy

### ABSTRAK

**Latar belakang:** Perkembangan restorasi bahan gigi untuk mendapatkan ikatan yang lebih baik antara struktur gigi dan bahan restoratif. Semen ionomer kaca (SIK) adalah bahan bioaktif. Semen ionomer kaca modifikasi resin (SIKMR) adalah sebuah alternatif untuk ionomer kaca konvensional. Saat ini dengan teknologi nano, bahan ini tersedia dalam bentuk partikel nano ionomer kaca untuk meningkatkan kekuatan ikatan antara struktur gigi dan restorasi. Penggunaan produk alami dalam kedokteran gigi seperti kitosan telah meningkat banyak. Kitosan merupakan salah satu bahan alami yang digunakan untuk meningkatkan bioaktivitas dari ionomer kaca. Studi menunjukkan bahwa penambahan molekul tinggi kitosan untuk GIC dapat meningkatkan kinerja mekanik dan kemampuan dan juga sebagai katalis untuk melepaskan ion fluoride. **Tujuan:** Penelitian ini bertujuan untuk menguji pengaruh penambahan kitosan nanopartikel molekul yang berasal dari kepiting tapal kuda (*Tachypleus gigas*) terhadap permukaan antara RMGIC, nano RMGIC dan permukaan dentin. **Metode:** Nano partikel kitosan ditambahkan pada bahan restoratif dan kemudian diterapkan pada kavitas kelas I premolar dan kemudian gigi tersebut dipotong dengan disc berlian. Sampel disiapkan untuk pemeriksaan SEM. **Hasil:** Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan kitosan meningkatkan adhesi antara restorasi dan struktur dentin. **Simpulan:**

*Penambahan nanopartikel kitosan dengan berat molekul tinggi 0,015% pada SIKMR dan SIKMR nano dapat meningkatkan adhesi bahan restorasi struktur dentin.*

**Kata kunci:** Molekul kitosan, semen ionomer kaca, kekuatan adhesi, scanning electron microscopy

Korespondensi (*correspondence*): Henny Sutrisman, Departemen Ilmu Konservasi Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Sumatera Utara. Jl. Alumni No. 2 Kampus USU, Medan 20155, Indonesia. E-mail: hunny\_soe@yahoo.com

## PENDAHULUAN

Perkembangan bahan dan teknik restorasi memiliki peranan penting untuk mencapai ikatan yang baik antara bahan restorasi dengan struktur gigi. Penelitian-penelitian selama beberapa periode memungkinkan berkembangnya beragam teknik dan bahan restorasi sehingga dapat meningkatkan ikatan terhadap permukaan gigi dan meminimalkan celah antara gigi dan restorasi.<sup>1-3</sup> Di antara material kedokteran gigi yang dikembangkan akhir-akhir ini adalah semen ionomer kaca (SIK). Semen ionomer kaca modifikasi resin (SIKMR) dan semen ionomer kaca nanopartikel (SIKMRn) digunakan sebagai alternatif untuk memperbaiki sifat-sifat fisis SIK seperti estetis, translusensi, dan kekuatan yang lebih baik.<sup>4-6</sup>

Salah satu masalah utama dalam kedokteran gigi restoratif adalah sulitnya memperoleh penyatuan yang baik antara bahan restorasi dengan permukaan gigi.<sup>1</sup> Kebocoran mikro merupakan salah satu masalah yang berperan dalam kegagalan dari bahan restorasi yang digunakan terhadap perembesan bakteri, ion molekul, bahan khemis dan cairan. Kebocoran mikro telah dihubungkan pada berbagai kondisi termasuk respon pulpa, sensitivitas pasca perawatan, karies sekunder dan kerusakan beberapa bahan restorasi yang memicu kegagalan dari restorasi tersebut.<sup>7</sup>

Ikatan SIK ke dentin terdiri dari ikatan khemis dan mekanis. Kekuatan ikatan pada dentin tidak sebaik kekuatan ikatan pada enamel. Walaupun terjadi interaksi khemis antara SIK dengan dentin, nilai kekuatan ikatan bahan ini masih lebih rendah dibandingkan dengan kekuatan ikatan sistem adhesif terhadap dentin dan enamel.<sup>2,3,7</sup> Pada kavitas-kavitas dalam, perlu diperhatikan ikatan yang terjadi antara bahan restorasi dengan dentin. Dentin merupakan jaringan vital yang terhubung langsung ke pulpa melalui tubulus dentin yang berisi cairan sehingga adanya pergerakan cairan pada tubulus dentin dapat mengganggu perlekatan antara bahan restorasi dengan struktur gigi. Selain itu, diameter tubulus dentin yang mengarah ke pulpa semakin besar sehingga dibutuhkan suatu bahan restorasi yang memiliki biokompatibilitas baik dan mampu melindungi daerah pulpodentinokompleks serta memiliki perlekatan yang baik terhadap dentin untuk menghindari terjadinya kebocoran mikro.<sup>3,8</sup>

Produk-produk alam yang dapat dihubungkan sebagai biomaterial di bidang kedokteran gigi saat ini semakin berkembang pesat penggunaannya, salah satunya adalah

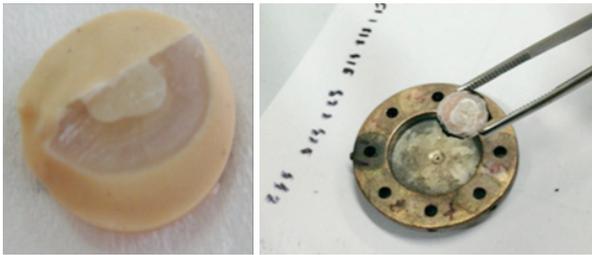
pemakaian kitosan molekul tinggi. Kitosan merupakan biomaterial yang terus dikembangkan karena memiliki berbagai manfaat medikal dan terbukti aman untuk manusia. Beberapa penelitian menunjukkan penggunaan kitosan molekul tinggi mampu menstimulasi pembentukan dentin reparatif, meningkatkan performa mekanis dan pelepasan ion fluor.<sup>9,10</sup>

Kitosan dalam bentuk terprotonisasi menunjukkan kerapatan muatan yang tinggi dan bersifat sebagai polielektrolit kationik dan sangat efektif berinteraksi dengan biomolekul bermuatan negatif dan biomolekul permukaan. Penambahan kitosan ke dalam SIK komersil dapat meningkatkan performa mekanis dan mampu sebagai katalisator dalam pelepasan ion fluor. Efek ini dijelaskan berdasarkan penemuan jaringan polimerik yang berikatan kuat di sekitar pengisi anorganik, sehingga terjadi ikatan yang lebih baik.<sup>10,11</sup> Tujuan penelitian ini adalah meneliti efek penambahan kitosan molekul tinggi nanopartikel yang berasal dari kepiting tapal kuda (*Tachypleus gigas*) pada varian semen ionomer kaca terhadap daya adhesif material tersebut pada permukaan dentin.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorium dengan menggunakan gigi premolar yang sudah diekstraksi untuk kebutuhan ortodonti yang telah disetujui oleh Komite Etik Fakultas Kedokteran Universitas Sumatera Utara dengan no. 362. Beberapa penelitian menyiapkan kitosan nanopartikel dengan melarutkan kitosan dalam larutan asam lemah ditambahkan larutan yang bersifat basa, seperti amoniak, dan distirer dengan kecepatan 200 rpm kemudian ditempatkan dalam *ultrasonic bath* untuk memecah partikel-partikel gel kitosan menjadi lebih kecil.<sup>12</sup>

Satu gram kitosan (*Tachypleus gigas*) yang diperoleh dari laboratorium Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara dilarutkan dalam 50 ml larutan asam lemah (asam asetat 1%) dan diaduk pada kecepatan 200 rpm. Larutan kitosan ditetesi dengan larutan amoniak dan diaduk kembali. Larutan yang telah membentuk pasta tersebut dimasukkan ke dalam *ultrasonic bath* untuk memecah partikel kitosan menjadi nanopartikel. Selanjutnya disaring dan residunya dicuci dengan aquadest untuk menghilangkan bau amoniak.



**Gambar 1.** (a) cetakan yang telah dikeluarkan dari mould; (b) sampel yang telah dicoating.

Sampel dibuat dari gigi premolar rahang bawah yang tidak karies dan sudah diekstraksi untuk kebutuhan ortodonti, ditandai dari *cemento-enamel junction* kearah koronal untuk menentukan kedalaman preparasi kavitas. Preparasi kavitas klas I dilakukan pada masing-masing gigi sampel dipersiapkan dengan mengaduk pasta SIKMR dan SIKMRn dengan menambahkan kitosan nano masing-masing sebanyak 0,015% b/v. Penambahan berat kitosan nanopartikel pada penelitian ini didasarkan penelitian sebelumnya yang menunjukkan penambahan berat kitosan nano sebanyak 0,015% b/v pada SIKMR dan SIKMRn dapat meningkatkan proliferasi sel.<sup>13</sup>

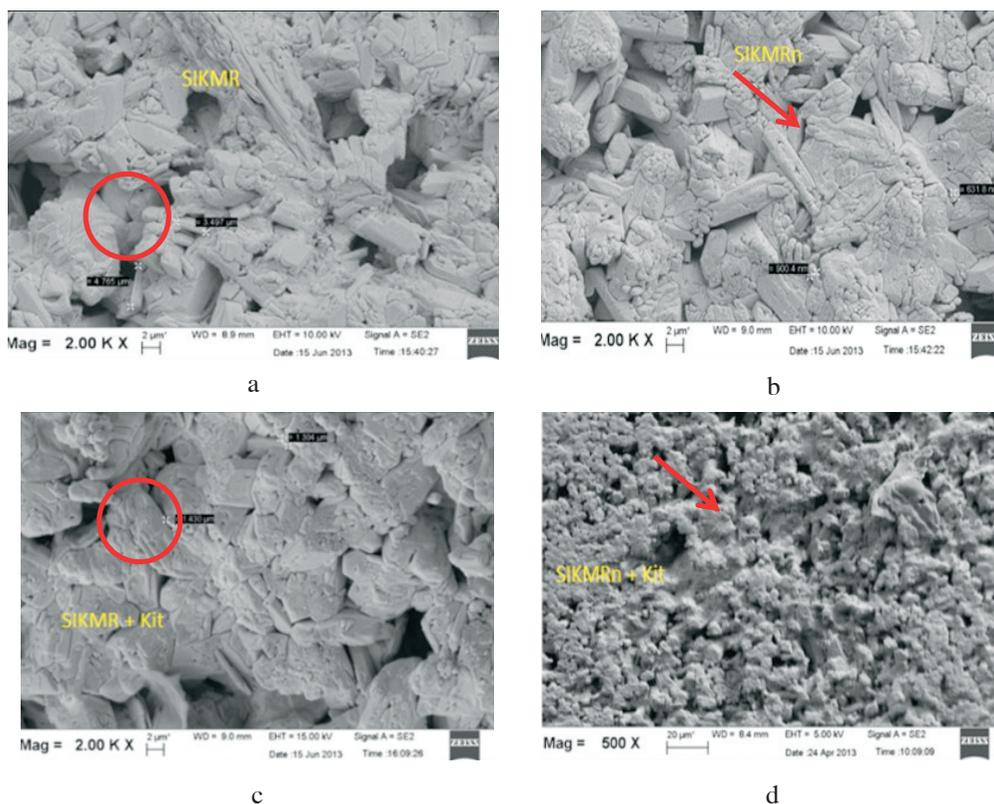
Perlakuan pada sampel yaitu SIKMR dan SIKMRn yang telah ditambahkan kitosan nano diaplikasikan pada kavitas gigi premolar dan dilakukan penyinaran. Gigi dibagi

dua dengan menggunakan bur cakram dan semprotan air pada arah bukal dan lingual kemudian akar gigi dipotong. Bagian mahkota gigi yang sudah dibagi dua ditanam dalam *mould* spuit yang berisi *dental stone* dengan diameter 5 mm dan tinggi 3 mm. Setelah cetakan mengeras, cetakan dikeluarkan dari *mould* (Gambar 1a).

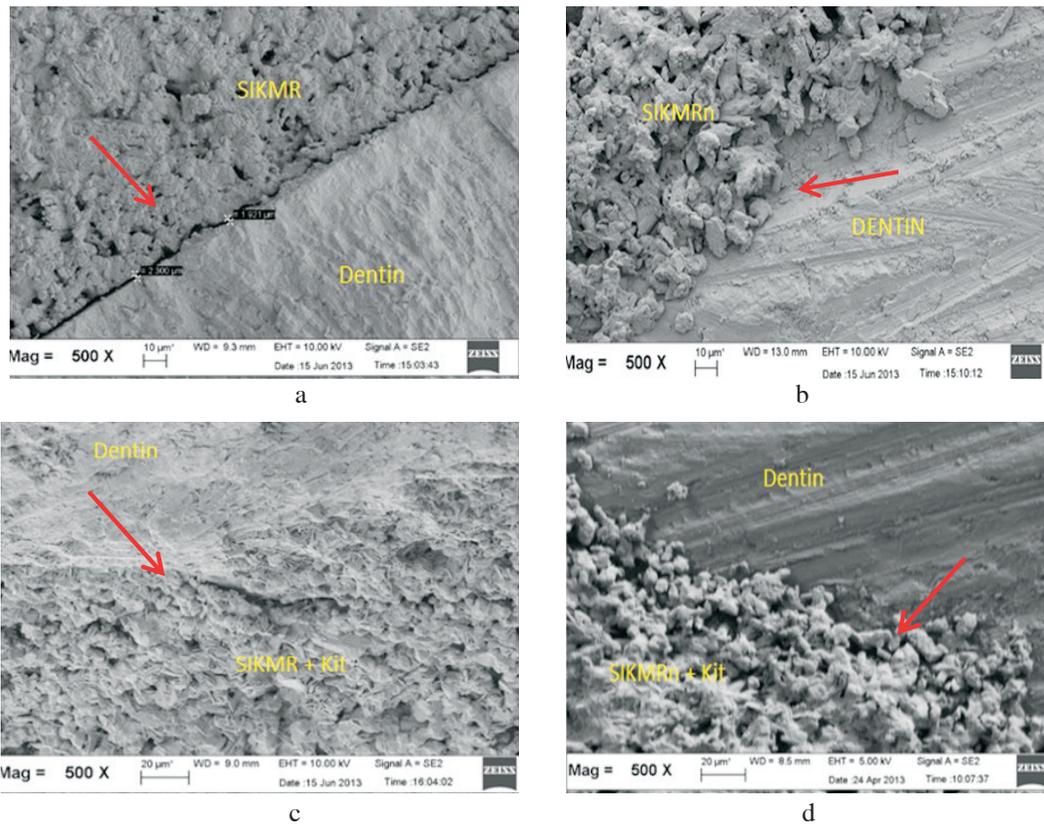
Pemeriksaan SEM bertujuan untuk mendapatkan gambaran mikrostruktur sampel dan permukaan antara bahan restorasi dengan dentin dapat dianalisis secara kualitatif. Setelah pengaplikasian bahan uji, sampel dilapisi (*coating*) dengan cairan emas (Gambar 1b). Sampel diletakkan pada *chamber* yang vakum dan berada tepat ditengah-tengah *chamber*. Kemudian alat dihidupkan dengan daya 20 kV. Sampel digeser secara perlahan untuk mendapatkan daerah yang akan difoto pada layar SEM. *Brightness*, kontras dan fokus disesuaikan sampai didapatkan gambaran yang baik. Pengambilan foto dilakukan dengan pembesaran 500, 1000 dan 2000.

**HASIL**

Ukuran butir partikel kaca dengan kerapatan antar partikel lebih kecil terlihat pada SIKMRn sedangkan pada SIKMR terlihat butiran partikel kaca dan kerapatan antara partikel kaca yang lebih besar. Pada SIKMR dan SIKMRn yang ditambahkan kitosan nanopartikel terlihat kerapatan



**Gambar 2.** Gambaran SEM Permukaan mikrostruktur. (a) SIKMR tanpa penambahan kitosan nanopartikel (pembesaran 2000x); (b) SIKMRn tanpa penambahan kitosan nanopartikel (pembesaran 2000x); (c) SIKMR yang ditambahkan kitosan nanopartikel (pembesaran 2000x); (d) SIKMRn yang ditambahkan kitosan nanopartikel (pembesaran 500x).



**Gambar 3.** Gambaran permukaan antara bahan restorasi dengan dentin (pembesaran 500x). (a) SIKMR tanpa penambahan kitosan nanopartikel; (b) SIKMRn tanpa penambahan kitosan nanopartikel; (c) SIKMR yang ditambahkan kitosan nanopartikel; (d) SIKMRn yang ditambahkan kitosan nanopartikel dengan dentin.

antar partikel lebih kecil bila dibandingkan SIKMR dan SIKMRn yang tidak ditambahkan kitosan nanopartikel (Gambar 2).

Perlekatan SIKMR dan SIKMRn yang ditambahkan kitosan nanopartikel dengan dentin terlihat lebih baik dan tidak terdapat celah antara bahan restorasi dengan dentin. Meskipun tidak terdapat celah antara dentin dengan SIKMRn, tetapi butiran partikel pada SIKMRn yang ditambahkan kitosan nanopartikel lebih kecil dibandingkan SIKMRn tanpa penambahan kitosan nanopartikel. Selain itu, kerapatan antar partikel lebih baik pada SIKMRn yang ditambahkan kitosan nanopartikel (Gambar 3).

## PEMBAHASAN

Permukaan kontak restorasi dengan dentin dapat mengindikasikan kemampuan beberapa bahan dalam mencegah perkembangan karies rekuren dan sensitifitas pasca perawatan sebagai akibat dari kebocoran mikro pada permukaan tersebut. Penggunaan bahan restoratif adhesif yang memiliki kemampuan penutupan baik disertai pelepasan fluor dapat menurunkan dan mencegah terbentuknya celah pada daerah marginal. Semen ionomer merupakan bahan potensial yang diletakkan pada daerah kritis untuk memperoleh adhesi dari interaksi khemis

dengan dentin. Bahan restorasi semen ionomer kaca dapat memberikan penutupan yang optimal dan melindungi restorasi dari kebocoran marginal. Kemampuan pelepasan fluor semen ionomer kaca dapat membantu mengendalikan perkembangan karies rekuren dan patologi pulpa yang dapat menggagalkan perawatan restoratif dalam waktu yang singkat.<sup>2,3</sup>

SIKMR dan SIKMRn dikembangkan untuk meningkatkan sifat-sifat mekanikal yang lebih baik dibandingkan SIK. Kedua bahan ini memiliki estetis, translusensi, dan kekuatan yang lebih baik dibandingkan SIK. SIKMR dan SIKMRn dipilih sebagai material uji pada penelitian ini karena jenis semen ini dapat berikatan secara khemis dengan jaringan keras gigi tanpa diikuti kontraksi. Kondisi ini dapat mencegah terjadinya kebocoran marginal yang merupakan penyebab utama kegagalan restorasi karena memudahkan masuknya bakteri ke dalam pulpa.<sup>6,14,15</sup>

Pada gambaran mikrostruktur permukaan SIKMR dan SIKMRn tampak ukuran partikel kaca terkecil terdapat pada SIKMRn dengan kepadatan yang merata, dan pada SIKMR tampak kepadatan merata dengan ukuran partikel kaca yang lebih besar. Hal ini berkaitan dengan ukuran partikel nano yang dimiliki SIKMRn sehingga penghantaran molekul yang terjadi pada jaringan lebih optimal dan kemampuan dalam skala yang cukup kecil

untuk berinteraksi dengan komponen intraselular termasuk DNA. Selain itu, pada prinsip rekayasa jaringan, ukuran partikel material dapat mempengaruhi efek biologi, yaitu makin kecil ukuran partikel, makin luas permukaannya, sehingga makin meningkat pula interaksi material dan jaringan sekitarnya.<sup>6</sup>

Suatu restorasi harus mampu melindungi pulpodentinal kompleks untuk mencegah rangsangan tambahan bagi jaringan pulpa akibat prosedur operatif, toksisitas bahan restorasi serta penetrasi bakteri akibat terjadinya kebocoran mikro. Proteksi pulpodentinal kompleks juga berguna untuk memulihkan vitalitas pulpa. Oleh karena itu dibutuhkan suatu restorasi yang dapat berikatan baik dengan struktur gigi dan mampu memperbaiki kerusakan pada daerah pulpodentinal kompleks.<sup>2,3,16,17</sup>

Penggunaan produk-produk alam di bidang kedokteran gigi saat ini semakin berkembang pesat, maka dengan banyaknya belangkas (*Tachypleus gigas*) di Sumatera Utara, memungkinkan untuk dikembangkan bahan baru yaitu kitosan dan derivatnya di bidang kedokteran gigi. Ukuran partikel kitosan berskala nanometer akan meningkatkan luas permukaan sampai ratusan kali dibandingkan dengan partikel yang berukuran mikrometer, sehingga dapat meningkatkan efektifitas kitosan dalam mengikat gugus kimia lainnya.<sup>18</sup> Hal ini akan meningkatkan efisiensi proses fisika-kimia pada permukaan kitosan tersebut, karena memungkinkan interaksi pada permukaan yang lebih besar.<sup>18</sup>

Butiran partikel kaca dengan ukuran kecil juga terlihat pada SIKMR dan SIKMRn yang ditambahkan kitosan belangkas dengan kerapatan antar butir partikel lebih padat. Ukuran butir partikel yang semakin kecil akan menghasilkan perlekatan yang lebih baik. Perlekatan antara dentin dengan SIKMR dan SIKMRn yang ditambahkan kitosan belangkas nanopartikel terlihat lebih baik dan tidak terdapat celah antara bahan restorasi dengan dentin apabila dibandingkan dengan SIKMR dan SIKMRn yang tidak ditambahkan kitosan belangkas nanopartikel. Hal ini karena pada pasta SIKMR dan SIKMRn terdapat gugus FAS (fluoro alumino silikat) sedangkan pada pasta pelarutnya terdapat asam poli akrilat (*polyacrylic acid/PAA*). Di sisi lain, gugus kitosan mempunyai gugus amin yang mampu mengikat partikel hidroksil dan gugus karboksilat dari PAA oleh ikatan hidrogen. Ikatan yang dibentuk oleh kitosan dan PAA di sekitar partikel anorganik dapat mengurangi tegangan pada permukaan antar komponen SIK modifikasi resin, sehingga meningkatkan sifat mekanik bahan tersebut.<sup>10</sup>

Hipotesa penggunaan partikel berukuran nano yang dianut sekarang adalah berupa penyebaran partikel pengisi yang lebih merata serta peningkatan luas daerah interfisial antara matriks dengan *filler* sehingga menghasilkan restorasi yang lebih fleksibel, menurunnya kekasaran permukaan restorasi serta perlekatan yang lebih baik.<sup>19</sup> Dapat disimpulkan bahwa penambahan kitosan molekul tinggi nanopartikel dengan berat 0,015% b/v pada varian

semen ionomer kaca (SIKMR dan SIKMRn) mampu meningkatkan perlekatan antara material terhadap dentin.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Souza-Gabriel AE, Chimello-Sousa DT, Palma-Dibb RG, Pecora JD, Corona SAM. Morphologic assessment of dental surface/ glass ionomer cement interface: influence of er: yag laser pretreatment. *RSBO* 2012; 9(4): 382-7.
2. Mauro SJ, Sundfeld RH, Bedran-Russo AKB, Fraga Briso ALF. Bond strength of resin-modified glass ionomer to dentin: the effect of dentin surface treatment. *J Minim Interv* 2009; 2(1): 45-53.
3. Sikri VK. Textbook of operative dentistry. Second edition. India: CBS; 2008. p. 358.
4. Lohbauer U. Dental glass ionomer cements as permanent filling materials? properties, limitations and future trends. *Materials* 2010; 3: 76-96.
5. Ghavannasiri M, Mousavinasab M, Mohtahsam M. A histopathologic study on pulp response to glass ionomer cements in human teeth. *J Dent* 2005; 2(4): 135-41.
6. Suprastiwi E. Bioaktivitas semen ionomer kaca dalam menginduksi peningkatan kadar ALP, DMP-1, dan pembentukan dentin reparatif (penelitian in vivo pada *Macaca nemestrina*). Disertasi. Jakarta: Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Indonesia; 2011.
7. Patel AG. Microleakage in new resin-modified glass ionomer cements using new no-rinse conditioners: an in-vitro study. Thesis. Indiana: Master of Science in Dentistry, Indiana University School of Dentistry; 2011. p. 5-9.
8. Bouillaguet S. Biological risks of resin-based materials to the dentin-pulp complex. *CROBM* 2004; 15(1): 47-60.
9. Trimurni A, Harry A, Wandania F. Efek dentinogenesis kitosan dan derivatnya terhadap inflamasi jaringan pulpa gigi reversible. Laporan Akhir Penelitian Riset Pembinaan Iptek Kedokteran. Medan: Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Sumatera Utara; 2006. h. 16-8, 27-30, 39-41.
10. Petri DFS, Donega J, Benassi AM, Bocangel JA. Preliminary study on chitosan modified glass ionomer restoratives. *Dent Mater* 2007; 23(8): 1004-10.
11. Sugita P, Wukisari T, Sjahriza A, Wahyono A. Kitosan sumber biomaterial masa depan. Bogor: IPB Press; 2009. h. 27, 125.
12. Siregar M. Pengaruh berat molekul kitosan nanopartikel untuk menurunkan kadar logam besi (Fe) dan zat warna pada limbah industri tekstil jeans. Tesis. Medan: Pascasarjana Universitas Sumatera Utara; 2009. h. 5- 14.
13. Sutrisman H. Efek penambahan kitosan molekul tinggi nanopartikel pada semen ionomer kaca nanopartikel terhadap viabilitas sel pulpa (in vitro). Tesis. Medan: Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Sumatera Utara; 2013.
14. Bonifacio CC, Kleverlaan CJ, Raggio DP, Werner A, RCR de Carvalho, We van Amerongen. Physical-mechanical properties of glass ionomer cements indicated for atraumatic restorative treatment. *Australian Dent J* 2009; 54: 233-7.
15. Croll TP, Berg JH. Nano-ionomer restorative cement: observations after 2 years of use. *Inside Dentistry* 2009; 5(1): 1-6.
16. Goldberg M, Smith AJ. cells and extracellular matrices of dentin and pulp: a biological basis for repair and tissue engineering. *Crit Rev Oral Biol Med* 2004; 15(1): 13-27.
17. Ferracane JL, Cooper PR, Smith AJ. Can interaction of materials with the dentin-pulp complex contribute to dentin regeneration?. *Odontology* 2010; 98(1): 2-14.
18. Ningsih W. Pengaruh viskositas larutan kitosan nanopartikel sebagai penyalut asam askorbat untuk menyerap asam lemak bebas (ALB) dalam minyak goreng curah. Tesis. Medan: Universitas Sumatera Utara; 2010. h. 1-21.
19. Saunders SA. Current practicality of nanotechnology in dentistry. Part 1: focus on nanocomposite restoratives and biomimetics. *Clinical. Cosmetic and Investigational Dentistry* 2009; 1: 47-61.