

## THE IMPORTANCE OF A DEEPER INSIGHT INTO THE BIOCOMPATIBILITY OF MATERIALS AND MEDICAMENTS TO MINIMIZE TOXICITY IN DENTISTRY

Widowati Siswomihardjo

Department of Biomaterials Faculty of Dentistry Gadjah Mada University

### Abstract

#### The Importance of a Deeper Insight into the Biocompatibility of Dental Materials and Medicaments to Minimize Toxicity

Nowadays, in the development of materials and medicaments one must not only consider the strength or functional aspects, but also its biocompatibility. The bio-compatibility of materials and medicaments is one of the main requirements to be considered in treating a patient. The non-toxic effect of a material or medicament is a strict condition as being biocompatible. Almost all dental treatments involve the use of materials and medicaments, of which the basic substances are composed from chemical compounds. The use of chemical substances in the human body can give benefits or cause harm. Toxicity is one of the adverse effects of chemical compounds on living organisms. It is then becoming a problem that there are materials and medicaments which chemically are harmful but still used in dentistry, as there are no other alternatives. In this situation, the best way for dentists to give a safe treatment is to get a deeper insight into the biocompatibility of materials and medicaments in dentistry. *Indonesian Journal of Dentistry 2006; Edisi Khusus KPPIKG XIV:144-147*

Key words: biocompatibility, toxic, materials and medicaments

### Pendahuluan

Di bidang kedokteran gigi dalam menangani suatu kasus dapat dipastikan bahwa selain obat-obatan juga digunakan bahan atau medikamen, yang dapat digunakan secara langsung sebagai bagian dari tindakan perawatan, atau sebagai penunjang pekerjaan di laboratorium. Dapat dipahami bahwa bahan dan medikamen mempunyai peran yang sama besarnya dengan obat dalam keberhasilan perawatan kedokteran gigi.<sup>1</sup>

Bahan dan medikamen termasuk biomaterial, yaitu suatu bahan yang *non-viable* yang dalam pemakaiannya akan berinteraksi dengan sistem biologik atau jaringan hidup.<sup>2</sup> Perkembangan biomaterial menuntut bahwa pemakaian semua biomaterial tidak hanya mempertimbangkan faktor

kekuatan, estetika, atau fungsi saja, tetapi yang juga penting adalah biokompatibilitasnya.<sup>3</sup> Dalam artian bahwa biomaterial tersebut harus mempunyai kemampuan untuk memberikan respons hospes yang baik dalam kegunaannya pada manusia.<sup>2</sup>

Pada dasarnya, semua biomaterial tersusun dari bahan kimia. Pemakaian bahan kimia pada makhluk hidup dapat memberikan dua macam respon biologik yang berbeda, yaitu memberikan efek menguntungkan atau sebaliknya berakibat merugikan. Respons biologik yang merugikan antara lain dapat berubah terjadi infeksi, inflamasi, alergi, keracunan (toksisitas), bahkan bisa berakibat menjadi tumor.<sup>2,4</sup>

Suatu kenyataan bahwa sampai saat ini masih terdapat bahan atau medikamen yang digunakan dalam kedokteran gigi yang sebenarnya secara kimiawi

### Modifikasi Ionomer Kaca Konvensional

Sifat mudah terkontaminasi air atau sensitif terhadap keadaan lembab serta kekuatan awal yang rendah mendorong untuk dikembangkannya ionomer kaca dengan reaksi pengerasan yang lebih cepat. Modifikasi dilakukan terhadap komposisi yaitu dengan mengurangi kandungan kalsium sehingga terbentuk material restoratif yang lebih tahan terhadap air.<sup>19</sup> Modifikasi ini menghasilkan ionomer kaca konvensional viskositas tinggi.

Ionomer kaca viskositas tinggi dapat dipakai untuk *Atraumatic Restorative Technique* (ART). Teknik ini ditujukan untuk dipakai pada negara-negara berkembang yang sarana dan prasarannya terbatas. Karies cukup diekskavasi dengan ekskavator, selanjutnya dibuatkan restorasinya.

### Resin Modified Glass Ionomer Cement

Pada tahun 1988 Antonucci dkk memperkenalkan ionomer kaca sinar yang selanjutnya dikembangkan oleh Mitra (1989). Material ini adalah ionomer kaca konvensional yang dimodifikasi dengan penambahan resin dan diberi nama *Resin Modified Glass Ionomer Cement* (RMGIC). Resin yang dipakai umumnya adalah asam hidroksi etil metakrilat (HEMA), selain itu ada *photoinitiator*, sejumlah kecil resin lain serta *chemical initiator*.<sup>20,21</sup>

Reaksi pengerasan RMGIC berlangsung dengan mekanisme ganda yaitu reaksi asam basa dan selanjutnya proses polimerisasi sehingga risiko terkontaminasi air pada awal pengerasan dapat dihilangkan. Apabila RMGIC mengandung *chemical initiator* maka reaksinya berlangsung secara *triple curing mechanism* yaitu reaksi asam basa, reaksi kimia, dan polimerisasi penyinaran.<sup>21</sup>

Evaluasi terhadap kekuatan ikat RMGIC dengan struktur gigi telah banyak diteliti. Dinyatakan bahwa penyinaran memberikan efek yang signifikan terhadap nilai *bond strength*.<sup>22,23</sup> Hasil penelitian Delbem dkk (2005) terhadap kemampuan RMGIC dalam melepas dan mengambil fluor menunjukkan adanya pelepasan fluor yang sedikit lebih rendah dibandingkan ionomer kaca konvensional. Namun setelah aplikasi topikal APF gel 1,23% selama 4 menit kemampuan RMGIC melepas fluor meningkat signifikan dibandingkan yang konvensional. Hal ini diduga karena adanya HEMA yang menyerap air sehingga memberi jalan untuk difusi ion-ion fluor.<sup>15</sup> Demikian juga hasil penelitian Pamir T dkk. (2006) menunjukkan bahwa pelepasan fluor kumulatif dari RMGIC lebih besar daripada ionomer kaca konvensional.<sup>24</sup>

Hasil penelitian Lan WH dkk. (2005) terhadap respons pulpa menunjukkan efek toksik RMGIC yang lebih besar dibandingkan yang konvensional. Komponen RMGIC seperti HEMA berkontribusi dalam memberikan efek toksik terhadap pulpa. Demikian juga RMGIC yang mengandung UDMA dan TEGDMA yang efek toksiknya lebih besar dibandingkan HEMA. Dengan demikian sebaiknya RMGIC tidak berkontak dengan pulpa.<sup>25</sup>

### Polyacid Modified Composite Resin

Usaha-usaha memperbaiki sifat-sifat ionomer kaca terus berlanjut. Pada tahun 1993 diperkenalkan material yang diberi nama *Polyacid Modified Composite Resin* (PMCR) atau lebih dikenal dengan nama *Compomer*. Komponen pembentuknya adalah komponen yang ada pada ionomer kaca dan matrik Resin Komposit. *Compomer* tidak dapat bereaksi asam basa sehingga tidak dapat dikategorikan sebagai ionomer kaca.<sup>1,21</sup>

*Compomer* tidak dapat berikatan dengan struktur gigi melalui mekanisme pertukaran ion. Ikatan dengan struktur gigi didapat melalui *bonding agent*. Dengan demikian, pada dasarnya *Compomer* adalah resin komposit dengan sedikit potensi melepas fluor yang terjadi setelah beberapa waktu restorasi berada di lingkungan mulut.<sup>26</sup>

### Giomer

Pada sekitar tahun 2002 diperkenalkan material baru yang disebut Giomer. Giomer dinyatakan sebagai hibridisasi ionomer kaca dan resin komposit. Material ini dibuat dengan teknologi *Pre-Reacted Glass Ionomer* (PRG) yaitu pre-reaksi *fluoroaluminosilicate glass filler* dengan *polyacrylic acid* membentuk fasa stabil *wet siliceous hydrogel*. Selanjutnya *filler* ini digabungkan dengan matrik resin. Adanya *pre-reacted hydrogel* menyebabkan giomer mampu melepas dan mengambil fluor. Giomer dipakai bersama dengan suatu *adhesive system* berbasis *ionomer kaca* yang mampu membentuk ikatan hidrogen dengan kolagen dentin. Ada dua jenis Giomer yaitu *Full PRG* dan *Surface PRG*. Pada *Full PRG* seluruh *filler* bereaksi dengan asam sedangkan *Surface PRG* hanya pada permukaan saja sehingga masih terdapat suatu *glass core*.<sup>1,27</sup>

### Compomer + Vinyl Phosphonic Acid

Gabriel dkk (2005) membuat modifikasi *Compomer*. Tujuannya adalah untuk memperbaiki sifat pemakaian (*wear*) dan adhesi dengan struktur gigi. Pada *Compomer* ditambahkan *Vinyl Phosphonic Acid* (VPA). Ada dua komposisi yang

dibuat yaitu komposisi A yang monomernya terdiri dari Bis GMA, TEGDMA dan VPA (13,21 : 4,21 : 0,24) dan komposisi B mengandung VPA 10 kali lebih banyak daripada komposisi A.

Hasil uji *wear* menunjukkan bahwa baik komposisi A maupun B mempunyai sifat *wear* yang lebih baik dibandingkan resin komposit komersial (Dyract) dan di antara keduanya yang terbaik adalah komposisi A. Demikian juga dengan derajat polimerisasinya. Semakin tinggi jumlah VPA semakin rendah derajat polimerisasinya. Hal ini menunjukkan bahwa radikal bebas yang diakhiri dengan unit VPA relatif stabil. Sehingga dengan demikian VPA dapat dipakai sebagai *acid functional monomer* di dalam *Compomer* namun hanya dalam jumlah kecil yaitu kurang dari 0,25% dari total komposisi. Lebih besar dari 0,25% akan menghambat proses polimerisasi adisi.<sup>28</sup>

#### **Ionomer Kaca + Bioactive Glass**

Yli-Urpo dkk. membuat *Glass Ionomer* yang dimodifikasi dengan penambahan partikel gelas bioaktif (BAG). Hasilnya menunjukkan bahwa ionomer kaca (GI) + BAG (GI + BAG) mempunyai efek bioaktif pada larutan fisiologis dan mampu memineralisasi dentin secara *in vitro*. Selain itu pada penelitiannya juga didapat bahwa GI + BAG mempunyai efek antimikroba.<sup>29,30</sup>

Pada penelitian selanjutnya (2005) dilakukan uji kuat tekan pada GI + BAG dan RMGIC + BAG. Sebagai pembanding dipakai GI dan RMGIC tanpa BAG. Sebelum diuji spesimen direndam dalam air selama 6 bulan. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa penambahan BAG dapat menurunkan kuat tekan baik pada GI maupun RMGIC dan penurunannya sangat signifikan. Berdasarkan hasil penelitian ini dianjurkan untuk pemakaian klinis GI + BAG dipakai apabila diperlukan adanya bioaktivitas misalnya untuk *root surface filling* dan *liners* sementara kuat tekan tidak terlalu diperlukan.<sup>31</sup>

#### **Performa Klinis Material Restoratif Ionomer Kaca**

Evaluasi performa klinis suatu material restoratif perlu dilakukan untuk pertimbangan pengembangan material dan menentukan kapan dilakukan *re-intervention*. Berbagai pertimbangan seperti *pain-free treatment*, prediksi umur restorasi, dan biaya perawatan berpengaruh terhadap kepuasan pasien terhadap restorasinya.

*Public Health Services* Amerika (USPHS) membuat kriteria yang dapat dipakai untuk mengevaluasi performa klinis suatu restorasi. Ada pun yang dievaluasi antara lain retensi (lepas/

tidaknya restorasi), perubahan warna tepi restorasi, bentuk anatomi, adaptasi tepi restorasi, tekstur permukaan dan karies sekunder yang terjadi.

Lucarotti dkk (2005) mengevaluasi beberapa material restoratif di antaranya ionomer kaca. Setelah satu tahun, restorasi ionomer kaca yang bertahan adalah 84%, menjadi 53% setelah 5 tahun, dan 38% setelah 10 tahun (resin komposit 43%). Kedua material tersebut dipakai sebagai restorasi kelas III dan V, jadi tidak ditempatkan pada *load-bearing area*. Material restoratif ini diharapkan ditempatkan pada *minimal intervention cavities* yang lebih mengutamakan sifat adhesi ionomer kaca atau sebagai restorasi transisi, sementara aktivitas karies dikontrol.<sup>32</sup>

Evaluasi performa klinis terhadap material restoratif RMGIC (*caries-free cervical lesions*) selama dua tahun telah dilakukan oleh Brackett WW dkk. (2003). Hasilnya menunjukkan bahwa retensi dan adaptasi tepi restorasi RMGIC mencapai 96% (resin komposit 81%). Namun dalam hal kecocokan warna (*color match*), resin komposit lebih baik daripada RMGIC.<sup>33</sup>

Gallo dkk (2005) melakukan evaluasi klinis selama 3 tahun terhadap perubahan warna tepi restorasi, bentuk anatomi, adaptasi tepi restorasi, tekstur permukaan, retensi dan karies sekunder restorasi *Compomer non caries cervical lesion*. Hasil yang didapat menunjukkan adaptasi memburuk dimulai setelah tahun pertama meskipun retensinya 96,6%. Perubahan warna tepi 82,1%, tekstur permukaan 50%, bentuk anatomi 46,6% dan karies sekunder 100%. Hasil ini menunjukkan *Compomer* cukup sukses dipakai selama 3 tahun untuk *non caries cervical lesion*.<sup>34</sup>

Dua produk *Giomer* yang beredar dipasaran yaitu FPRG Reactmer (Shofu) untuk *cervical lesion* dan Beautifil SPRG untuk *cervical* dan *occlusal lesion* dievaluasi oleh Sunico dkk (2005) selama 2 tahun. Hasilnya restorasi *cervical* Beautifil dapat bertahan sedangkan restorasi *occlusal* mengalami sedikit perubahan pada adaptasi dan warna tepi restorasi serta bentuk anatomisnya namun tetap dalam katagori sukses berdasarkan kriteria USPHS. Reactmer yang dipakai untuk *cervical lesion* tidak terlalu sukses dibandingkan Beautifil. Penyerapan air dan kelarutan Reactmer cukup tinggi. Oleh karena itu *Giomer* jenis FPRG perlu ditinjau dan diperbaiki lagi untuk meningkatkan sifat-sifatnya.<sup>27</sup>

## Kesimpulan

Dari uraian tersebut di atas material restoratif yang dapat dikategorikan sebagai ionomer kaca adalah material yang mampu bereaksi asam basa. Berbagai pengembangan dan modifikasi telah dilakukan namun yang dapat digolongkan sebagai ionomer kaca adalah ionomer kaca konvensional dan *Resin Modified Glass Ionomer*. Kedua material mampu berikatan dengan struktur gigi melalui mekanisme pertukaran ion sehingga didapat adaptasi tepi yang baik dan mengeliminasi kebocoran tepi. Material juga bertindak sebagai reservoir fluor sehingga menjadi sumber untuk remineralisasi struktur gigi yang mengalami demineralisasi, dengan demikian sekunder karies dapat dicegah. Selain itu mampu mencegah pembentukan plak dan bersifat bioaktif. Namun kedua material ini sebaiknya tidak ditempatkan pada *load bearing area* dan hanya dipakai untuk *caries-free cervical lesion*.

## Daftar Acuan

1. Mount GJ and Hume WR. Preservation and Restoration of Tooth Structure. 2<sup>nd</sup> ed. China: Knowledge Books and Software, 2005: 163-190.
2. Mount GJ. Minimal Intervention Dentistry: Rationale of Cavity Design. *Op Dent* 2003;28:92-9.
3. Ten Cate JM. "In Vitro" Studies on the Effect of Fluoride on De- and Remineralization. *J Dent Res* 1990;69:614-9.
4. Ngo H, Marino V and Mount GJ. Calcium, Strontium, Aluminum, Sodium and Release and Uptake by Glass Ionomers and Related Materials and Its Chemical Effect Fluoride Release from Four Glass Ionomer. *J Dent Res* 1998;77 Abstract (75):641.
5. Wilson AD and Kent BE. A New Translucent Cement for Dentistry. *Br Dental J* 1972;132:133-5.
6. Nicholson JW. Chemistry of Glass Ionomer Cements: A Review. *Biomaterials* 1998;19:485-94.
7. Davidson CL and Mjor IA. *Advanced in Glass Ionomer Cements*. 1<sup>st</sup> ed. Germany: Quintessence Publishing Co. Inc, 1999:15-45.
8. Akinmade AD and Nicholson JW. Review: Glass Ionomer Cement as Adhesives. Part 1. Fundamental Aspects and Their Clinical Relevance. *J Mat Sci Med* 1993;4:95-101.
9. Akinmade AD. Adhesion of Glass Polyalkenoate Cement to Collagen. *J Dent Res* 1994; Abstract (638):181.
10. Wilson AD and Posser HJ. Biocompatibility of the Glass Ionomer Cement. *J Dent South Africa* 1982;37:872-9.
11. Forsten L. Fluoride Release of Glass Ionomers. *J Esthet Dent* 1994;6:216-22.
12. El Mallakh BF and Sarkar NK. Fluoride Release from Glass Ionomer Cement in De-Ionized Water and Artificial Saliva. *Dent Mater* 1990;6(2):118-22.
13. Forsten L. Fluoride *Biomaterials* 1998;19:503-8.
14. Forss H. Release of Fluoride and Other Elements from Light Cured Glass Ionomer in Neutral and Acidic Conditions. *J Dent Res* 1993;72:1257-62.
15. Delbem ACB, Pedrini D, Franca JGM and Machado TM. Fluoride Release/recharge from Restorative Materials – Effect of Fluoride Gels and Time. *Op Dent* 2005;30:5-690-5.
16. Suanbery M, Mjor IA and Orstavik P. Mutans Streptococcus in Plaque from Margins of Amalgam, Composite and Glass Ionomer Restoratives. *J Dent Res* 1990;69:861-4.
17. Ten Cate JM and Van Duinen RNB. Hypermineralization of Dentinal Lesions Adjacent to Glass Ionomer Cement Restorations. *J Dent Res* 1995;74:1266-71.
18. Exterkate RAM, Damen JJM and Ten Cate JM. Effect of Fluoride-Releasing Filling Materials on Underlying Dentinal Lesions *in Vitro*. *Caries Res* 2005;39:509-13.
19. Mount GJ. Glass Ionomers: A Review of Their Current Status. *Op Dent* 1999;24(2): 115-24.
20. Antonucci JM, Mc Kenney JE, and Starsburg JW. US Pat: Appln No. 160856, 1998.
21. Mc Lean JW. Evolution of Glass Ionomer Cements: A Personal View. *J Esthetic Dent* 1994;6:195-206.
22. Fried KH and Powers JM. Bond Strength of Ionomers Affected by Dentin Depth Ant Moisture. *J Dent Res* 1994;73 Abstract (653):183.
23. Chalton DG and Haveman CW. Dentin Surface Treatment and Bond Strength of Glass Ionomer. *Am J Dent* 1994;7:47-9.
24. Pamir T, Tezel H, Ozata F and Celik A. Fluoride Release from Esthetic Restorative Materials with and without Adhesive. *Quintessence Int* 2006;37:145-150.
25. Lan WH, Lan WC, Wang TM, Lee YL, Tseng WY et al. Cytotoxicity of Conventional and Modified Glass Ionomer Cements. *Op Dent* 2003;28-3:251-9.
26. Davidson CL and Mjor IA. *Advances in Glass Ionomer Cements*. 1<sup>st</sup> ed. Germany: Quintessence Publishing Co Inc, 1999:44-7.
27. Sinico MC, Shinkaj K and Katoh Y. Two Year Clinical Performance of Occlusal and Cervical Ionomer Restorations. *Op Dent* 2005;30-3:282-9.
28. Gabriel DA, Aduri GA, Deb S and Nicholson JW. A Preliminary Study of Experimental Polyacid Modified Composite Resin ("Compomer") Containing Vinyl Phosphonic Acid. *Dent Mater* 2005;21:491-7.
29. Yli-Urpo H, Forsback AP, Vakiaparta M, Vallittu PK and Narhi T. Release of Silica, Calcium, Phosphorous and Fluoride from Glass Ionomer Containing Bioactive Glass. *J Biomater Appl* 2004;19:5-20.
30. Yli-Urpo H, Narhi T, Soderling E. Antimicrobial Effects of Glass Ionomer Cement Containing Bioactive Glass (S53P4) on Oral Microorganism *in Vitro*. *Acta Odontol Scand* 2003;6:241-6.
31. Yli-Urpo H, Lassila LVJ, Narhi T, Vallittu PK. Compressive Strength and Surface Characterization of Glass Ionomer Cements Modified by Particles Of Bioactive Glass. *Dent Mater* 2005;21:201-9.
32. Lucarotti PSK, Holder RL and Burke FJT. Outcome of Direct Restorations Placed within The General Dental Services in England and Wales (Part 1): Variation by type of restoration and re-intervention. *J Dent* 2005;33:805-15.
33. Brackett WW, Dib A and Brackett MG. Two-year Clinical Performance of Class V Resin-Modified Glass-Ionomer and Resin Composite Restorations. *Op Dent* 2003;28-5:477-81.
34. Gallo JR, Burgess JO, Ripps Ah, Walker RS, Ireland EJ et al. Three-year Clinical Evaluation of A Compomer and A Resin Composite As Class V Filling Materials. *Op Dent* 2005;30-3:275-81.