



EVALUASI KEKASARAN PERMUKAAN GLASS IONOMER CEMENT (GIC) KONVENSIONAL SETELAH PERENDAMAN DALAM MINUMAN BERKARBONASI

EVALUATION OF SURFACE ROUGHNESS GLASS IONOMER CEMENT CONVENTIONAL AFTER IMMERSION IN CARBONATED BEVERAGE

Viona Diansari, Diana Setya Ningsih, Cindy Moulinda

Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Syiah Kuala

ABSTRAK

Glass Ionomer Cement (GIC) konvensional merupakan salah satu material restorasi di bidang kedokteran gigi yang memiliki banyak keuntungan, karena bersifat biokompatibel, mampu berikatan dengan baik terhadap struktur gigi, dan melepaskan fluor. Namun, GIC konvensional juga memiliki kekurangan yakni *brittle* dan mudah terkikis apabila terpapar cairan asam sehingga menyebabkan kekasaran permukaan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi pengaruh minuman berkarbonasi terhadap kekasaran permukaan GIC konvensional yang ditinjau dari sebelum dan setelah perendaman. Spesimen berbentuk silinder dengan diameter 10 mm dan tebal 2 mm. Jumlah spesimen 10 buah yang diberi perlakuan siklus perendaman 5 menit dalam minuman berkarbonasi dan 15 menit dalam aquades sebanyak 6 kali siklus selama 2 jam untuk 5 hari. Kekasaran permukaan sebelum dan sesudah perendaman diukur menggunakan *surface roughness tester* Mitutoyo SJ 201. Data dianalisis dengan *paired t-test* untuk mengetahui perbedaan kekasaran permukaan antara sebelum dan sesudah perendaman dalam minuman berkarbonasi. Hasil uji statistik menunjukkan terdapat perbedaan bermakna antara kekasaran permukaan sebelum ($R_a = 0,5363 \mu\text{m}$) dan sesudah ($R_a = 0,6368 \mu\text{m}$) perendaman. Dapat disimpulkan bahwa minuman berkarbonasi dapat meningkatkan kekasaran permukaan GIC konvensional.

Kata kunci: GIC konvensional, minuman berkarbonasi, kekasaran permukaan

ABSTRACT

Conventional Glass Ionomer Cement (GIC) is one of restorative material in dentistry that very useful, such as biocompatible, good adhesive to tooth structure, and release of fluoride. However, conventional GIC has some limited include brittle and eroded if exposed of acid so that cause surface roughness. The objective of this study was to evaluate the effect of carbonated beverage on surface roughness of conventional GIC that reviewed before and after immersion. The specimen have a cylinder shape with 10 mm of diameter and 2 mm of thickness. Total specimens was 10 that treated with cycling immersion 5 minutes in carbonated beverage and 15 minutes in deionized water, 6 cycles for 2 hours to 5 days. Surface roughness that reviewed before and after immersion were tested by *surface roughness tester* Mitutoyo SJ 201. Data was analyzed with *paired t-test* to know the difference of surface roughness that reviewed before and after immersion in carbonated beverage. Statistical test results showed there was a significantly difference of surface roughness value between before ($R_a = 0,5363 \mu\text{m}$) and after ($R_a = 0,6368 \mu\text{m}$) immersion. In conclusion, carbonated beverage increasing surface roughness of conventional GIC.

Key words: Conventional GIC, carbonated beverage, surface roughness

PENDAHULUAN

Glass Ionomer Cement (GIC) konvensional pertama sekali diperkenalkan oleh Wilson dan Kent pada tahun 1972.¹ Material ini secara umum terdiri atas *powder* yang mengandung kaca fluoroaluminosilikat dan *liquid* yang mengandung asam poliakrilik.^{1,2} *Glass Ionomer Cement* (GIC) konvensional sering digunakan di bidang kedokteran gigi sebagai material restorasi karena biokompatibel dengan jaringan pulpa, berikatan dengan baik terhadap struktur gigi, serta melepaskan fluor sebagai anti kariogenik.^{3,4} Sifat lain dari GIC konvensional adalah *brittle* dan mudah terkikis sehingga menyebabkan peningkatan kekasaran permukaan.^{5,6,7}

Kekasaran permukaan merupakan suatu bentuk ketidakteraturan permukaan material.⁸ Kekasaran permukaan dapat mempercepat kolonisasi bakteri dan maturasi plak gigi sehingga berpotensi meningkatkan resiko penyakit mulut, menyebabkan iritasi gingiva, dan mengurangi estetika.^{9,10} Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi kekasaran permukaan GIC adalah terjadinya perubahan derajat keasaman (pH) di dalam rongga mulut akibat mengkonsumsi makanan dan minuman asam.^{11,12} Hal ini sesuai dengan penelitian Larasati AA yang menunjukkan bahwa perendaman GIC dalam minuman asam selama 108 jam dapat meningkatkan kekasaran permukaan GIC.¹³ Hasil penelitian Tanthanuch S menyatakan bahwa terjadi peningkatan kekasaran permukaan yang signifikan pada semua material restorasi termasuk GIC setelah dilakukan perendaman di dalam minuman asam (anggur merah dan anggur putih). Perendaman tersebut dilakukan secara siklus, yakni spesimen direndam dalam anggur selama 25 menit dan di dalam saliva buatan selama 5 menit untuk 4 kali siklus.¹⁴ Adapun minuman lain yang bersifat asam adalah minuman berkarbonasi.¹⁵

Minuman berkarbonasi merupakan minuman yang dibuat dengan melarutkan karbondioksida (CO₂) ke dalam air minum. Minuman berkarbonasi yang umum dipasarkan adalah *pepsi*, *coca-cola*, *sprite*, *fanta*, dan lain-lain.¹⁶ Minuman berkarbonasi umumnya mengandung asam sitrat.^{16,17} Asam sitrat lebih berpotensi menyebabkan erosi daripada asam fosfat.¹⁸ Hasil penelitian

Francisconi LF *et al* menunjukkan bahwa perendaman GIC dalam minuman *cola* selama 5 menit yang dilakukan 3 kali sehari secara siklus dengan perendaman dalam saliva buatan menyebabkan erosi pada permukaan GIC.¹⁹

Berdasarkan latar belakang di atas dilakukan penelitian dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh minuman berkarbonasi terhadap kekasaran permukaan GIC konvensional setelah dilakukan perendaman secara siklus. Sampai dengan saat ini masih terbatas informasi mengenai pengaruh minuman berkarbonasi terhadap kekasaran permukaan GIC konvensional. Oleh karena itu, untuk memperoleh informasi lebih lanjut dilakukan penelitian mengenai evaluasi kekasaran permukaan *Glass Ionomer Cement* (GIC) konvensional setelah perendaman dalam minuman berkarbonasi.

BAHAN DAN METODE

Jenis penelitian ini adalah eksperimental laboratories yang dilakukan di Laboratorium CNC Politeknik Negeri Medan Jurusan Teknik Mesin dan Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Farmasi Universitas Sumatera Utara.

Spesimen penelitian berupa GIC konvensional (*GC Fuji IX*) berbentuk silinder dengan ukuran diameter 10 mm dan tebal 2 mm. Jumlah spesimen 10 buah yang diberi perlakuan siklus perendaman selama 5 menit dalam *pepsi* dan 15 menit dalam aquades. Minuman berkarbonasi yang digunakan adalah *pepsi* dengan komposisi: air, CO₂, gula, asam fosfat, asam sitrat, perisa rasa *cola*, natrium sitrat, kafein, pengawet natrium benzoat, gum arab, pewarna makanan biru berlian CI 42090, pewarna makanan merah alura CI 16095.

Spesimen dibuat dengan cara: *powder* dan *liquid* GIC dicampur di atas *mixing slab* (rasio 1:1 sesuai instruksi pabrik).² Sebelum diaduk, *powder* dibagi menjadi 2 bagian. Bagian pertama diaduk dengan *liquid* sampai homogen menggunakan semen spatula plastik. Kemudian ditambahkan sisa *powder*, diaduk dengan gerakan melipat (*rolling*) sampai konsistensi seperti dempul (waktu pengadukan sekitar 30 – 40 detik). Kemudian ditampatkan ke dalam cetakan menggunakan *plastic filling instrument* sampai cetakan penuh. Bagian atas cetakan diletakkan milar strip, lalu kaca slide mikroskop diletakkan di atas milar strip

tersebut.^{3,9} Cetakan diberikan beban seberat 1 kg selama 20 detik agar seluruh permukaan rata dan halus (dibiarkan sampai mengeras \pm 3 - 4 menit). Setelah mengeras, spesimen dilepaskan dari cetakan lalu kelebihan semen dipotong menggunakan *scalpel*. Spesimen dimasukkan ke dalam inkubator pada suhu 37°C selama 24 jam.

Pengukuran derajat keasaman (pH) dari larutan perendaman pepsin menggunakan *Hanna portable 210* pH meter yang telah dikalibrasi terlebih dahulu dengan mencelupkan elektroda ke dalam aquades (pH netral = 7). Kemudian pH meter dinyalakan dengan menekan tombol ON/OFF. Elektroda lalu dimasukkan ke dalam *pepsi*, diaduk agar larutannya homogen. Untuk memulai pengukuran, ditekan tombol MEAS pada pH meter, maka pada layar akan muncul tulisan HOLD (dibiarkan sesaat sampai tulisan HOLD di layar berhenti berkelap-kelip). Nilai pH yang ditunjukkan di layar adalah nilai pH larutan pepsin yang diuji. pH meter dimatikan dengan menekan kembali tombol ON/OFF. Pengukuran pH ini dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan dan nilai dirata-ratakan untuk didapat nilai pHnya.

Perendaman 10 spesimen dilakukan secara siklus dalam *pepsi* masing-masing sebanyak 20 ml dan aquades sebanyak 20 ml. Perendaman dalam *pepsi* selama 5 menit, lalu direndam dalam aquades selama 15 menit. Perendaman dilakukan dalam 6 kali siklus selama 2 jam setiap hari untuk 5 hari. Perlakuan siklus perendaman selama 5 hari diasumsikan dengan 30 kali konsumsi minuman berkarbonasi, dengan perhitungan bila dalam 1 jam 3 kali konsumsi minuman berkarbonasi, maka 2 jam 6 kali konsumsi (6×5 hari = 30 kali konsumsi). Selama perendaman spesimen dimasukkan ke dalam inkubator pada suhu 37°C. Selama menunggu hari perendaman selanjutnya, spesimen dikondisikan dalam inkubator suhu 37°C yang dilakukan dengan memasukkan spesimen dalam wadah kosong tertutup, kemudian wadah kosong tersebut diletakkan dalam wadah yang berisi air agar menciptakan suasana *moist* selama 22 jam. Bahan perendaman diganti setiap harinya.

Sebelum spesimen direndam dalam *pepsi*, terlebih dahulu dilakukan pengukuran awal kekasaran permukaan GIC konvensional, yakni \pm 24 jam setelah pencampuran. Pengukuran awal kekasaran dilakukan

sebanyak 3 kali menggunakan alat *Surface Roughness Tester* pada permukaan atas spesimen. Setelah spesimen direndam dalam *pepsi*, spesimen dikeluarkan lalu dibersihkan dengan air dan dikeringkan dengan tisu. Kemudian dilakukan pengukuran kekasaran akhir sebanyak 3 kali pada setiap spesimen di permukaan yang sama dengan permukaan saat pengukuran awal, namun pada area yang berbeda. Cara pengukuran yakni dengan meletakkan spesimen di atas meja, kemudian detektor mitutoyo SJ 201 diletakkan di atas spesimen dengan sudut 90°. Pengukuran dilakukan dengan menggerakkan *stylus* mulai dari ujung spesimen yang telah ditandai dengan jarak masing-masing 2,5 mm, kecepatan 0,5 mm, tekanan 0,8 mN, dan radius jarum 2-5 μ m. Setelah dilakukan pengukuran, pada layar LCD alat akan tertera angka kekasaran permukaan spesimen. Pengukuran kekasaran permukaan dilakukan dengan mengadaptasi metode rata-rata kekasaran permukaan, diukur pada tiap pengukuran lalu setiap nilai yang didapat dirata-ratakan sebagai nilai kekasaran permukaan.

Nilai rata-rata dari kekasaran permukaan dianalisis menggunakan *paired t-test* untuk mengetahui perbedaan kekasaran permukaan antara sebelum dan setelah perendaman dalam minuman berkarbonasi.

HASIL PENELITIAN

Hasil penelitian menunjukkan nilai kekasaran permukaan sesudah perendaman lebih kasar dibandingkan sebelum perendaman (Tabel 1.).

Tabel 1. Nilai rata-rata kekasaran permukaan GIC konvensional sebelum dan sesudah perendaman dalam minuman berkarbonasi

Perlakuan	Rerata Kekasaran Permukaan GIC	<i>p</i>
Sebelum	0,5363 \pm 0,1029	0,000*
Sesudah	0,6368 \pm 0,1077	

*Terdapat perbedaan bermakna (*paired t-test* $p < 0,05$)

Dalam penelitian ini juga dilakukan pengukuran pH dari larutan minuman berkarbonasi dengan hasil nilai pH rata-rata adalah 2,9.

PEMBAHASAN

Kekasaran permukaan adalah suatu bentuk ketidakraturan permukaan material.

Pada penelitian ini, nilai kekasaran permukaan GIC konvensional sebelum perendaman jauh lebih tinggi dibandingkan nilai kekasaran permukaan penelitian terdahulu. Penelitian ini menunjukkan nilai kekasaran awal permukaan adalah 0,5363 μm . Penelitian sebelumnya oleh Tanthanuch S dan Gabriela MCM menunjukkan nilai kekasaran awal permukaan GIC masing-masing adalah 0,0364 μm dan 0,21 μm .^{4,14} Nilai kekasaran permukaan kritis untuk bakteri berkolonisasi adalah 0,2 μm . Kekasaran permukaan di atas 0,2 μm berpotensi meningkatkan perlekatan bakteri dan maturasi plak gigi.^{9,11} Diduga perbedaan nilai kekasaran permukaan ini terjadi karena pemakaian alat ukur kekasaran permukaan yang berbeda antara penelitian ini dan penelitian sebelumnya. Pada penelitian sebelumnya pengukuran kekasaran permukaan GIC dilakukan dengan menggunakan *Taylor Hobson Talysurf*, sedangkan pada penelitian ini menggunakan *surface roughness tester* Mitutoyo SJ 201.¹⁴ *Taylor Hobson Talysurf* memiliki keunggulan yakni dapat memberikan informasi lebih cepat dan pengukuran yang lebih akurat.

Selain itu, perbedaan tersebut diduga terjadi karena perbedaan ukuran partikel GIC antara penelitian ini dengan penelitian sebelumnya. Pada penelitian sebelumnya GIC yang digunakan memiliki ukuran partikel <10 mm, sementara penelitian ini GIC yang digunakan memiliki ukuran partikel 10 mm. Perbedaan ukuran partikel ini diduga dapat mempengaruhi kekasaran permukaan. Semakin besar ukuran partikel maka semakin tinggi pula kekasaran permukaan yang dihasilkan.³ Hal ini sesuai dengan penelitian Bala O, dimana ukuran partikel yang lebih kecil akan menghasilkan kekasaran permukaan yang jauh lebih rendah dibandingkan partikel yang berukuran besar.³

Pada Tabel 1. terlihat nilai rerata kekasaran permukaan GIC konvensional saat sebelum perendaman menunjukkan nilai yang lebih rendah daripada sesudah perendaman. Hal ini diduga karena GIC belum terpapar dengan larutan asam sehingga menyebabkan demineralisasi yang terjadi pada GIC masih sedikit akibatnya nilai kekasaran GIC masih rendah. Sesuai penelitian Beresescu G *et al* dimana GIC konvensional yang belum terpapar saliva buatan dengan pH 3 memiliki nilai kekasaran permukaan yang

lebih rendah dibandingkan setelah perendaman.²⁰

Nilai kekasaran permukaan GIC konvensional setelah perendaman lebih tinggi dibandingkan sebelum perendaman. Hal ini diduga terjadi karena GIC telah terpapar dengan larutan asam yakni minuman berkarbonasi yang memiliki pH cukup rendah yakni 2,9. Terpaparnya GIC dengan larutan asam diduga menyebabkan terlarutnya ion-ion dari GIC konvensional yang akan membentuk porus sehingga meningkatkan kekasaran permukaan. Hal ini sesuai penelitian Wongkhantee *et al* yang menyatakan bahwa minuman asam dengan pH 5,5 (pH kritis) dapat menyebabkan erosi pada gigi maupun material kedokteran gigi sehingga menimbulkan kekasaran permukaan.²¹

Selain itu, penelitian Brown CJ *et al* menyatakan bahwa minuman berkarbonasi bersifat erosif terhadap gigi.²² Daya erosif asam bergantung pada jenis asam yang terkandung di dalam minuman.²³ Minuman berkarbonasi mengandung asam sitrat dengan derajat keasaman yang cukup rendah yakni 2,9. Asam sitrat memiliki daya erosif yang sangat tinggi.²³ Adanya sifat erosif yang sangat tinggi dari asam sitrat yang terdapat di dalam minuman berkarbonasi diduga menyebabkan kelarutan ion-ion pada GIC sehingga terjadi kekasaran permukaan. Dengan adanya penambahan asam fosfat atau asam sitrat ke dalam minuman berkarbonasi menyebabkan pH menjadi semakin rendah dan lebih meningkatkan daya erosifnya.²² Hal ini sesuai penelitian Francisconi LF *et al* menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kekasaran permukaan GIC setelah direndam secara siklus dalam minuman *cola* akibat dari terlepasnya kation-kation dari GIC tersebut.¹⁹

Glass Ionomer Cement (GIC) konvensional terdiri dari kaca aluminosilikat dan asam poliakrilat. Awalnya, saat ion hidrogen (H^+) yang berasal dari minuman berkarbonasi masuk, maka ion H^+ tersebut akan menyerang permukaan terluar partikel kaca yang masih halus. Hal ini menyebabkan kation-kation pada permukaan kaca seperti Ca^{2+} , Na^+ dan Al^{3+} yang sebelumnya berikatan dengan asam poliakrilat akan terlepas dan keluar dari GIC sehingga terbentuk pori-pori kecil pada permukaan kaca.²⁴ Semakin lama direndam, maka akan semakin banyak ion H^+ yang masuk ke dalam partikel kaca dan semakin banyak pula

kation-kation yang terlepas sehingga pori-pori akan semakin membesar dan kekasaran permukaan akan semakin meningkat.²⁵

Peningkatan nilai kekasaran permukaan ini juga diduga akibat temperatur minuman berkarbonasi pada saat perendaman. Temperatur minuman bergantung pada suhu ruangan, dimana minuman bila dalam kondisi dingin akan menaikkan nilai pHnya sehingga menurunkan daya erosifnya.²⁶ Diduga kondisi minuman berkarbonasi dengan temperatur yang lebih tinggi (suhu ruangan) saat pengukuran pH dan saat perendaman yakni pada suhu 37°C akan menyebabkan nilai pH menjadi lebih rendah sehingga meningkatkan daya erosifnya dan demineralisasi yang terjadi pada GIC semakin meningkat.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian pengaruh minuman berkarbonasi terhadap kekasaran permukaan *Glass Ionomer Cement* (GIC) konvensional dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan kekasaran permukaan *Glass Ionomer Cement* (GIC) konvensional yang signifikan ($p < 0,05$) antara sebelum dan setelah perendaman dalam minuman berkarbonasi.

SARAN

Memberikan penjelasan kepada masyarakat bahwa *pepsi* aman untuk dikonsumsi, namun sebaiknya tidak dikonsumsi secara rutin dalam jangka waktu lama karena akan meningkatkan kekasaran permukaan bahan restorasi *Glass Ionomer Cement* (GIC) konvensional. Perlu dilakukan penelitian lanjutan menggunakan alat *Scanning Electron Microscopy* (SEM) atau *Atomic Force Microscopy* (AFM) untuk melihat topografi pada permukaan GIC akibat terpapar asam.

DAFTAR PUSTAKA

- Schmalz G, Arenholt-Bindslev D. *Biocompatibility of Dental Materials*. Germany: Le-tex Publishing service OHG, 2009. p. 149.
- Asti Meizarini, Irmawati. Kekerasan permukaan semen ionomer kaca konvensional tipe II akibat lama penyimpanan. *Maj. Ked. Gigi. (Dent. J.)* 2005; 38(3):146-150.
- Bala O, Arisu HD, Yikilgan I, Arslan S, Gullu A. Evaluation of surface roughness and hardness of different glass ionomer cements. *European Journal of Dentistry* 2012; 6(1):79-86.
- Gabriela MCM, Cristiane RdS, Carlos JPI, Molina C, Navarro RS, Ribeiro SJL. "In Vitro" surface roughness of different glass ionomer cements indicated for ART restorations. *Braz J Oral Sci.* 2010; 9(2):77-80.
- Tyas MJ. Clinical performance of glass-ionomer cements. *Journal of Minimum Intervention in Dentistry* 2008; 1(2):88-94.
- Tyas MJ. Clinical Evaluation of glass-ionomer cements restorations. *Journal of Applied Oral Science* 2006; 14(sp. Issue):10-3.
- Curtis RV, Watson TF. *Dental Biomaterials: Imaging, Testing, and Modelling*. England: Woodhead Publishing Limited, 2008. p. 171.
- Song JF, Verburger TV. *Surface Texture*. National Institute of Standards and Technology, 2010. p. 334-345.
- R.C. da Silva, Zuanon ACC. Surface roughness of glass ionomer cements indicated for Atraumatic Restorative Treatment (ART). *Braz Dent J* 2006; 17(2):106-109.
- Bagheri R, Burrow MF, Tyas MJ. Surface characteristics of aesthetic restorative materials-an SEM study. *Journal of Oral Rehabilitation* 2007; 34:68-76.
- Helena FS, Fernandes AS, Michelon D, Piva E, Sergio MC, Fernando FD. Surface roughness of orthodontic band cements with different compositions. *J Appl Oral Sci.* 2011; 19(3):223-7.
- Craigh G. Robert, Powers M. John, Watahana G. John. *Dental Material Properties and Manipulation*, 8th ed. 2004. p. 66-70, 197-199.
- Larasati AA. Kekasaran Permukaan Semen Ionomer Kaca Konvensional Setelah Perendaman Dalam Kefir. *Skripsi*. Surabaya: Universitas Airlangga. 2011. Hal: 1.
- Tanthanuch saijai, Patanapiradej visana. Effect of Thai wine on surface roughness and corrosion of various tooth-coloured filling material. *Journal Dental Assoc Thai* 2009; 59:100-107.
- Sari AP. Kekasaran Permukaan Semen Ionomer Kaca Konvensional dan

- Modifikasi Resin Setelah Perendaman Dalam Minuman Cola. *Skripsi*. Surabaya: Universitas Airlangga. 2011. Hal: 7.
16. Chandra EM. Gambaran Umum Minuman Ringan Berkarbonasi dan Penerapan Cukai Minuman Ringan Berkarbonasi di Negara Lain. Universitas Indonesia 2009. Hal: 41-53.
 17. Universitas Sumatera Utara. Sejarah Minuman Berkarbonasi. <http://repository.usu.ac.id/bitstream/.../Chapter%20II.pdf>. Diunduh tanggal 13 November 2012.
 18. Machado C, Lacefield w, Catledge A. Human enamel nanohardness, elastic modulus and surface integrity after beverage contact. *Braz Dent J* 2008; 19(1):68-72.
 19. Francisconi LF, Honorio HM, Rios D, Magalhaes AC, Machado MAAM, Buzalaf MAR. Effect of Erosive Ph Cycling on Different Restorative materials and on Enamel Restored with These Materials. *Operative Dentistry* 2008; 33(2):203-208.
 20. Beresescu G, Cristina LB. Effect of artificial saliva on the surface roughness of glass ionomer cement. *Scientific Bulletin of the "Petru Maior" University of Targu Mures*. 2011; 8(15):134-136.
 21. Wongkhantee S, Patanapiradej V, Maneenut D, Tantbiroj D. Effect of Acidic Food and Drinks on Surface Hardness of Enamel, Dentine and Tooth-Coloured Filling Materials. *Journal of Dentistry*. 2005: 1-7.
 22. Brown CJ, Smith G, Shaw L, Parry J, Smith AJ. The erosive potential of flavoured sparkling water drinks. *Int J Paediatr Dent*. 2007; 17(2):86-91.
 23. Shakhashiri. Phosphoric Acid, H₃PO₄. *Chemical of The Week*. 2008; 142:142-144.
 24. Van Noort R. *Introduction to Dental Materials*. 2nd ed. London: CV Mosby Company, 2003. p. 127.
 25. Zaki DYI, Hamzawi EMA, El Halim SA, Amer MA. Effect of simulated gastric juice on surface characteristics of direct esthetic restorations. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*. 2012; 6(3):686-694.
 26. Ashton JJB, Geary L. The effect of temperature on pH measurement. *Technical Service Page*. Ireland, 2006. p. 1-7.