Saliva buatan meningkatkan kekuatan tekan semen ionomer kaca tipe II yang direndam dalam minuman isotonik (*Artificial saliva increases the compressive strength of glass ionomer cement type II soaked in isotonic drinks*)

¹Juliatri, ²D.H.C. Pangemanan, ³Dwi Cahya Fitriyana

¹Program Studi Pendidikan Dokter Gigi

²Program Studi Pendidikan Dokter

³Mahasiswa Program Studi Pendidikan Dokter Gigi

Fakultas Kedokteran, Universitas Sam Ratulangi

Manado, Indonesia

ABSTRACT

Immersion of glass ionomer cement (GIC) type II in acid drink like isotonic drink could reduce its compressive strength. This is due to the matrix degradation process of GIC in acid condition. However, there is artificial saliva that can neutralize this condition. The purpose of this study was to evaluate the effect of artificial saliva on compressive strength of glass ionomer cement type II immersed in isotonic drink. The GIC specimens of 6 x 6 x 12 mm³ beam were immersed for 24 hours in distilled water, 24 hours in isotonic drink, 24 hours in isotonic drink continued with 72 hours in artificial saliva, 48 hours in isotonic drink, and 48 hours in isotonic drink continued with 144 hours in artificial saliva. The compressive strength was measured using Universal Testing Machine with a crosshead speed of 0.5 mm/min. Statistical analysis was performed by one-way ANOVA and post-hoc LSD test (α=0.05) showed a significant difference of compressive strength (p<0.05). It was concluded that artificial saliva increases the compressive strength of GIC immersed in isotonic drink.

Key words: artificial saliva, compressive strength, glass ionomer cement

ABSTRAK

Perendaman semen ionomer kaca tipe II dalam minuman asam, seperti minuman isotonik dapat mengurangi kekuatan tekannya. Hal ini disebabkan proses degradasi matriks SIK pada kondisi asam. Akan tetapi saliva buatan dapat menetralkan kondisi ini. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh saliva buatan terhadap kekuatan tekan SIK yang direndam dalam minuman isotonik. Spesimen SIK tipe II berbentuk balok berukuran 6 x 6 x 12 mm³ direndam selama 24 jam dalam akuades, 24 jam di dalam minuman isotonik, 24 jam di dalam minuman isotonik dilanjutkan dengan 72 jam pada saliva buatan, 48 jam di dalam minuman isotonik, serta 48 jam di minuman isotonik dilanjutkan dengan 144 jam dalam saliva buatan. Kekuatan tekan diukur menggunakan *Universal Testing Machine* dengan kecepatan *cross head* 0,5 mm/menit. Analisis statistik dilakukan dengan *one-way ANOVA* dan *post-hoc* uji *LSD* (α=0,05) mendapati perbedaan yang signifikan dari kekuatan tekan (p<0,05). Dari penelitian ini disimpulkan bahwa saliva buatan dapat meningkatkan kekuatan tekan SIK yang direndam dalam minuman isotonik.

Kata kunci: saliva buatan, kekuatan tekan, semen ionomer kaca

Koresponden: Juliatri, Program Studi Pendidikan Dokter Gigi, Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia. E-mail: sangkwan_wuchi@yahoo.com

PENDAHULUAN

Semen ionomer kaca (SIK) merupakan bahan tambal yang masih tetap dikembangkan dan banyak digunakan oleh dokter gigi. Semen ionomer kaca pertama kali diperkenalkan oleh Wilson dan Kent pada tahun 1971 yang merupakan gabungan dari semen silikat dan semen polikarboksilat.^{1,2} Mengacu pada penggunaannya, terdapat beberapa jenis SIK, yaitu tipe I untuk perekat, tipe II untuk restorasi dan tipe III untuk basis atau pelapis.^{3,4} Semen ionomer kaca sering disebut *alumine silicate and polyacrylic acid* (ASPA). Ukuran partikel gelas SIK bervariasi, yaitu sekitar 50 um sebagai bahan restorasi dan sekitar 20 um sebagai bahan pelapis.^{5,6}

Kemasan SIK konvensional terdiri dari *powder* dan *liquid*. *Powder* SIK merupakan kaca dari kalsium fluoroaluminosilikat yang larut dalam *liquid* asam. Kandungan *powder* SIK komersial ialah silikat (SiO₂),

aluminium oksida (Al₂O₃), aluminium fluoride (AlF₃), kalsium fluoride (CaF₂), natrium fluoride (NaF), dan aluminium fosfat (AlPO₄). Bahan dasar ini digabung sehingga membentuk kaca yang seragam dengan cara dipanaskan hingga suhu 1100-1500°C. Lanthanum, stronsium barium, dan seng oksida ditambah untuk mendapatkan sifat radio-opak. *Liquid* SIK adalah larutan dari asam poliakrilat 40-50%.^{7,8}

Sifat utama SIK, adalah mampu melekat pada email dan dentin tanpa penyusutan atau panas yang bermakna, memiliki sifat biokompatibilitas dengan jaringan periodontal dan pulpa, pelepasan fluor yang bereaksi baik sebagai antimikroba maupun sebagai kariostatik, kontraksi volume pada saat pengerasan sedikit, dan koefisien ekspansi termal sama dengan struktur gigi.^{9,10} Sifat SIK cukup keras tetapi rapuh, kekuatan tekan relatif tinggi, akan tetapi daya tahan terhadap fraktur dan keausan rendah, sehingga tidak

digunakan untuk merestorasi gigi posterior dengan beban kunyah besar. Daya tahan yang rendah terhadap keausan dipengaruhi oleh kekerasan permukaan.⁶

Dalam penelitian Xu dikutip dari Bresciani yang mengukur kemampuan bahan restorasi SIK melepas ion fluor terhadap *compressive strength*, disimpulkan bahwa terjadi korelasi negatif antara pelepasan ion *fluoride* dengan *compressive strength*. Bahan yang memiliki tingkat pelepasan ion *fluoride* lebih tinggi, secara umum mempunyai kekuatan lebih rendah dari pada bahan yang memiliki tingkat pelepasan *fluoride* rendah.¹¹ *Compressive strength* SIK konvensional umumnya ialah 150 MPa. Nilai ini menunjukkan bahwa SIK cukup mampu menahan tekanan oklusal, namun masih tergolong rendah.¹

Sumber minuman asam yang banyak dikonsumsi masyarakat di antaranya ialah minuman isotonik. Jumlah penggunaan minuman isotonik di Indonesia sudah mencapai 200 juta liter pertahun.¹² Minuman isotonik mengandung sukrosa yang telah terbukti menurunkan pH plak dan memproduksi asam. Level asam yang sangat tinggi bertujuan untuk menambah rasa dan meningkatkan ketahanan produk. Konsumsi minuman isotonik terus-menerus meningkat setiap tahunnya. Pada tahun 2005, *Australian Food News* melaporkan bahwa penggunaan minuman isotonik secara global meningkat 10% dari tahun sebelumnya menjadi 9.700 juta liter. Pada tahun 2007, konsumsi minuman isotonik meningkat 5,9% dari tahun 2006 menjadi 11.582 juta liter.¹⁴ pH minuman isotonik adalah 2,4-4,5, yaitu di bawah batas pH kritis.¹³

Saliva memiliki beberapa fungsi, di antaranya untuk lubrikasi jaringan dalam rongga mulut agar tidak abrasi saat mastikasi berlangsung, aktivitas antibakteri terhadap bakteri patogen rongga mulut, membantu metabolisme karbohidrat, dan membantu mempertahankan kestabilan sistem *buffer* dalam rongga mulut.^{14,15} Saliva ikut berperan saat interaksi antara SIK dengan minuman isotonik pada rongga mulut. Saliva berfungsi *buffer* yang menetralkan keasaman dan juga fungsi sebagai pembilasan untuk mengurangi waktu kontak antara minuman isotonik dengan SIK.¹³

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh saliva buatan terhadap kekuatan tekan SIK tipe II yang direndam dalam minuman isotonik.

BAHAN DAN METODE

Penelitian eksperimen laboratorium *in vitro* ini menggunakan desain *post test only control group* dilaksanakan di Laboratorium Kimia Fakultas MIPA dan Laboratorium Struktur dan Material Bangunan Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado pada bulan Juni 2014.

Lima belas lempeng SIK tipe II konvensional (GC) berbentuk balok dengan ukuran 6x6x12 mm³, permukaannya padat dan tidak porus. Cetakan sampel terbuat dari aluminium diletakkan di atas *glass lab. Powder* dan *liquid* diaduk di atas *mixing pad* dengan perbandingan sesuai aturan pabrik 2,7:1,0, kemudian dimasukkan ke dalam *mold* cetakan sampel. Bagian atas *mold* diaplikasikan *varnish* dan diberi *celluloid strip*, kemudian ditekan dengan beban 1 kg sampai mengeras kurang lebih 15 menit. Setelah itu spesimen dibiarkan selama 24 jam sebelum sampel dilepaskan dari cetakan. Ketidakteraturan pada sampel dipotong dengan menggunakan skalpel.

Spesimen dibagi menjadi lima kelompok menurut perlakuan perendamannya, yaitu di dalam akuades selama 24 jam sebagai kontrol, di dalam minuman isotonik (*Pocari Sweat*) selama 24 jam, di dalam minuman isotonik selama 24 jam lalu dilanjutkan di dalam saliva buatan selama 72 jam, di dalam minuman isotonik selama 48 jam, serta di dalam minuman isotonik selama 48 jam yang dilanjutkan di dalam saliva buatan selama 144 jam. Semua spesimen yang selesai dibuat, disimpan dalam inkubator selama 24 jam. Setelah perendaman, spesimen dikeringkan dengan *tissue*, lalu dilakukan uji kekuatan tekan menggunakan *Universal Testing Machine Shimadzu Autograph AG 5000 E* dengan kecepatan *crosshead* 0,5 mm/menit dan beban 250 KgF. Data hasil penelitian ditabulasi, kemudian dianalisis secara statistik dengan uji *one-way ANOVA* dilanjutkan dengan uji *post-hoc LSD* menggunakan *Statistical Product and Service Solution* (SPSS) 16,0.

HASIL

Nilai rerata kekuatan tekan SIK konvensional tipe II tampak pada tabel 1. Kelompok perendaman isotonik 48 jam dilanjutkan saliva buatan 144 jam menunjukkan nilai rerata kekuatan tekan tertinggi (40,11 MPa), tetapi kelompok perendaman isotonik

Tabel 1 Rerata dan standar deviasi kekuatan tekan SIK tipe II

Kelompok Perendaman	N	$\bar{x} \pm SD$
Akuades 24 jam	3	29,47 $\pm$ 2,46
Isotonik 24 jam	3	24,96 $\pm$ 2,56
Isotonik 24 jam dan saliva buatan 72 jam	3	31,92 $\pm$ 1,20
Isotonik 48 jam	3	27,42 $\pm$ 1,80
Isotonik 48 jam dan saliva buatan 144 jam	3	40,11 $\pm$ 6,30

N = jumlah sampel, $\bar{x}$ = rerata Kekuatan tekan (MPa), SD = Standar deviasi

Tabel 2 Uji *post-hoc* LSD kekuatan tekan SIK tipe II

Kelompok Perendaman	Akuades 24 jam	Isotonik 24 jam	Isotonik 24 jam dan saliva buatan 72 jam	Isotonik 48 jam	Isotonik 48 jam dan saliva buatan 144 jam
Akuades 24 jam	-	-	-	-	-
Isotonik 24 jam	0,134	-	-	-	-
Isotonik 24 jam dan saliva buatan 72 jam	0,395	0,031*	-	-	-
Isotonik 48 jam	0,476	0,395	0,134	-	-
Isotonik 48 jam dan saliva buatan 144 jam	0,003*	0,00*	0,014*	0,001*	-

*bermakna

24 jam menunjuk rerata nilai kekuatan tekan paling rendah (24,96 MPa). Perendaman di dalam saliva buatan tampak menaikkan nilai kekuatan tekannya.

Probabilitas normalitas keseluruhan kelompok mempunyai distribusi normal, karena didapatkan probabilitas normalitas lebih dari 0,05, yaitu 0,082 ($p > 0,05$). Untuk mengetahui perbedaan kekuatan tekan SIK konvensional tipe II antar kelompok secara statistik, dilakukan uji parametrik *one-way* ANOVA dengan taraf kemaknaan 5%, yang menghasilkan $p = 0,003$, yang berarti ada perbedaan bermakna antar kelompok yang diuji.

Perbedaan kemaknaan antar kelompok diuji *post-hoc* LSD pada $\alpha = 0,05$ (tabel 2) menunjukkan perendaman isotonik 48 jam yang dilanjutkan dengan saliva buatan selama 144 jam, berbeda bermakna dengan kelompok perlakuan lain.

PEMBAHASAN

Waktu perendaman 24 jam dan 48 jam dalam minuman isotonik didasarkan pada 3 menit jumlah lama waktu terpaparnya gigi dan bahan tumpatan dengan minuman yang dikonsumsi dalam setiap gelas/hari. Jadi interpretasi waktu dalam penelitian ini dapat menggambarkan konsumsi minuman isotonik 24 jam sama dengan 20 bulan dan 48 jam menggambarkan konsumsi minuman selama 40 bulan. Untuk waktu perendaman dalam saliva buatan yaitu 72 jam dan 144 jam, didasarkan pada waktu pembilasan oleh saliva dalam rongga mulut biasanya berlangsung lebih lama dari waktu terpaparnya gigi dan bahan tumpatan.¹⁶

Berdasarkan hasil penelitian ini perbedaan nilai kuat tekan yang tidak bermakna antara perendaman dalam akuades dengan perendaman dalam minuman isotonik 24 jam dan 48 jam; mungkin karena pH asam dari minuman isotonik, sehingga ion H^+ larutan isotonik bereaksi dengan garam polikarboksilat pada ujung matriks SIK. Gugus garam polikarboksilat yang berikatan dengan dengan ion H^+ akan terputus dari polimer, sehingga terbentuk monomer sisa. Proses ini disebut degradasi matriks SIK.¹⁷

Perendaman di dalam akuades memiliki efek tambahan pada SIK tipe II. Akuades akan diserap oleh semen dan disimpan dalam matriks. Apabila melebihi kapasitas polimer, akibatnya akan terjadi ekspansi. Perendaman yang terlalu lama membuat monomer yang tidak bereaksi akan bermigrasi keluar, sehingga terjadi ruang kosong yang akan diisi oleh molekul akuades menyebabkan penurunan kekuatan tekan. Pada beberapa riset sebelumnya akuades digunakan sebagai variabel kontrol dan tidak terjadi perubahan kekuatan tekan SIK (sesuai kekuatan standar bahan tumpatan SIK 76 MPa).¹⁸ Berbeda dengan penelitian ini, terjadi perubahan pada akuades yang digunakan sebagai kontrol dengan rata-rata kekuatan tekan SIK ialah 29,47 Mpa.

Perendaman di dalam minuman isotonik selama 48 jam dibandingkan dengan perendaman di dalam minuman isotonik selama 24 jam menunjukkan peningkatan kekuatan tekan yang tidak bermakna. Hal ini mungkin terkait dengan reaksi pengerasan, sehingga ikatan antar matriks garam polikarboksilat dan *aluminosilicate glass* mendapatkan waktu untuk terbentuk kembali. Proses polimerisasi akan tetap berlangsung setelah reaksi pengerasan. Selain itu, pada SIK tipe II yang sudah terpolimerisasi dengan sempurna, monomer sisanya sulit untuk bereaksi kembali.¹²

Makanan dan minuman yang mengandung asam, salah satunya minuman isotonik, dapat menyebabkan erosi karena berada antara rentang nilai pH 2,4-4,5. Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya oleh Patil, diketahui bahwa minuman dengan kandungan asam tinggi berpengaruh terhadap kelarutan fosfat yang adalah awal demineralisasi. Salah satu tanda demineralisasi adalah larutnya berbagai mineral, utamanya kalsium dan fosfat.¹⁹

Hasil dari penelitian tersebut sesuai pernyataan Mettler yang mengatakan bahwa minuman isotonik dapat mengikis permukaan gigi dan menyebabkan demineralisasi sehingga dampaknya pada tumpatan juga diduga akan lebih besar. Beberapa penelitian membuktikan bahwa minuman isotonik biasanya

diminum secara perlahan, sehingga sisa-sisa residu minuman ini dapat tertinggal dalam rongga mulut selama beberapa menit. Minuman isotonik memiliki pH yang rendah, yaitu pH kritis, sehingga dapat menyebabkan erosi pada gigi dan bahan tumpatan.²⁰

Penelitian ini menunjukkan peningkatan nilai kekuatan tekan SIK tipe II untuk perendaman dalam saliva buatan dan minuman isotonik. Berdasarkan uji *post-hoc*, terdapat perbedaan yang bermakna untuk kenaikan kekuatan tekan antar kelompok tersebut. Berdasarkan penelitian sebelumnya diketahui bahwa SIK mengalami kerusakan morfologis yang lebih saat dalam suasana asam, jika dibandingkan perendaman saliva dengan pH 7. Hal ini mungkin disebabkan oleh konsentrasi ion H^+ yang tinggi pada minuman isotonik dapat memutuskan ikatan ionik antara ion Ca^{2+} dan rantai karboksil ($-COO^-$) pada SIK tipe II, sedangkan pada saliva buatan dengan pH 7 keadaannya lebih netral. Pada keadaan asam SIK tipe II berada pada pH kritis, yaitu pH 4,5, pelepasan ion fluor sangat sedikit. Pada pH normal, yaitu di dalam perendaman saliva buatan pelepasan fluor pada SIK meningkat.¹⁸

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Sugiyono menunjuk bahwa perendaman dalam minuman asam yang mengandung konsentrasi ion H^+ lebih tinggi menimbulkan potensi lebih besar untuk berikatan dengan gugus karboksil yang disebabkan oleh sifat nukleofilik untuk menangkap ion H^+ gugus karboksil. Saliva ber-pH netral tidak terionisasi secara sempurna untuk menghasilkan ion H^+ dan OH^- , sehingga tidak berpotensi berikatan dengan gugus karboksil.²¹

Perbedaan nilai kekuatan tekan antara kelompok perendaman isotonik 24 jam dilanjutkan perendaman dalam saliva buatan selama 72 jam dan kelompok perendaman isotonik 48 jam dilanjutkan perendaman saliva buatan 144 jam, menunjukkan peningkatan nilai kekuatan tekan yang bermakna. Hal ini mungkin disebabkan oleh makin lama SIK tipe II berada dalam suasana netral, maka semakin banyak fluor yang dihasilkan. Pada suasana asam terjadi pelepasan ion Ca^{2+} SIK tipe II yang menyebabkan kekuatan tekan menurun pada kelompok perendaman minuman isotonik. Perendaman di dalam saliva buatan yang

mengandung $CaCl_2$, ion Ca^{2+} terikat kembali dengan SIK. Semakin lama direndam dalam saliva buatan, semakin banyak ion Ca^{2+} yang berikatan sehingga meningkatkan nilai kekuatan tekan SIK tipe II.²²

Feejerkov dan Kidd menyatakan bahwa ketika pH mulut asam maka enzim *bicarbonate anhydrase* dalam saliva akan mengkatalis reaksi antara ion H^+ bebas dari ion bikarbonat. Reaksi itu menghasilkan akuades dan karbondioksida yang akan dilepas ke rongga mulut, sehingga pH saliva secara perlahan-lahan kembali ke pH normal dalam waktu kurang lebih 30-60 menit. Individu dengan aliran saliva yang rendah, kapasitas buffernya menurun dan rentan terhadap asam. Hal tersebut menyebabkan pH saliva akan membutuhkan waktu lebih dari 4 jam untuk perlahan-lahan kembali ke pH normal.²³

Penelitian sebelumnya menunjukkan sejumlah restorasi yang berwarna gigi mengalami kenaikan nilai kekerasan permukaan setelah perendaman di dalam saliva. Pada penelitian ini SIK tipe II direndam terlebih dahulu di dalam minuman isotonik, baru direndam dalam saliva buatan. Ternyata minuman isotonik lebih mudah dinetralisasi, sehingga peran saliva lebih dominan dibandingkan dengan minuman isotonik tersebut. Berkaitan dengan paparan asam yang minimal, setelah reaksi pengerasan SIK tipe II lebih mudah untuk terjadi kembali ikatan kimia.¹²

Mekanisme lain yang berpengaruh terhadap nilai kekuatan tekan SIK tipe II dalam penelitian ini adalah suhu saat penyimpanan, lamanya manipulasi, rasio *powder* dan *liquid*, bentuk dan kehalusan spesimen, serta kemampuan pembilasan oleh saliva buatan. Akan tetapi, karena penelitian ini dilakukan secara *in vitro*, keadaannya berbeda dengan keadaan rongga mulut yang sebenarnya.^{12,22}

Dari penelitian mengenai pengaruh saliva buatan terhadap kekuatan tekan semen ionomer kaca tipe II yang direndam dalam minuman isotonik, disimpulkan bahwa saliva buatan meningkatkan kekuatan tekan semen ionomer kaca yang direndam dalam minuman isotonik. Mencermati hasil tersebut berarti minuman isotonik memiliki dampak buruk bagi kesehatan gigi; sebaiknya konsumsi minuman tersebut dikurangi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Bresciani E, Barata T, Fagundes T, Adachi A, Terrin M, Navarro M. Compressive and diametral tensile strength of glass ionomer cements. *J Appl Oral Sci* [serial online] 2004 Oct-Dec. Available from: URL: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-77572004000400017. Diakses 28 Maret 2014.
2. Noort R. Introduction to dental materials. 4th Ed. Hongkong: Elsevier Mosby; 2013. p. 95.
3. Walmsley A, Walsh T, Lumley P, Burke F, Shortall A, Hall R, et al. Restorative dentistry. 2nd Ed. London: Churchill Livingstone; 2007. p. 80-1.
4. Hussain S. Text book of dental materials. New Delhi: Jaypee Brother medical Publisher; 2004. p. 2.
5. Nagaraja U, Kishore G. Glass ionomer cement-the different generations. *Artif Organ J* 2005; 18 (2);158-65
6. Meizarini A, Irmawati. Kekerasan permukaan semen ionomer kaca konvensional tipe II akibat lama penyimpanan. *Maj ked. Gigi (Dent J)* 2005; 38(3): 146-9

7. Hassan U, Farooq I, Mahdi S, Ullah R, Rana H. Newer glass ionomer cement having strontium ions and the effect of their release on acid medium. *Int J Prosthodont Restor Dent* 2012; 2(2): 57-60.
8. Singh M, Suresh P, Sandhyarani J, Sravanti. Glass ionomer cements (GIC) in dentistry: a review. *Int J Plant Animal Environ Sci* 2011; 1: 22-30
9. Mousavinasab MS, Meyers I. Fluoride release by glass ionomer cement, compomer, and giomer. *Dent Res J* 2009; 6(2): 75-81
10. Morand JM, Jonas P. Resin-modified glass-ionomer cement restoration of posterior teeth with proximal carious lesion. *Quintessence Int J* 1995; 26(6): 389-94
11. Quader A, Alam S, Bashar M, Gafur A, Al-Mansur A. Compressive strength, fluoride release and recharge of giomer. *Updat Dent Coll J* 2012; 2(2): 28-37
12. Drake I. Sports drink growth gathers pace as new launches drive sales. *Australian Food News*. [serial online] 2008. Available from: <http://www.ausfoodnews.com.au/2008/12/12/sports-drink-growth-gathers-pace-as-new-launches-drive-sales.html>. Diakses 28 Maret 2014.
13. Saputri O, Zala Q, Arnanda B, Ardhani R. Saliva as an early detection tool for chronic obstructive pulmonary disease risk in patients with periodontitis. *J Dent Indonesia* 2010; 17(3): 87-92
14. Puy C. The role of saliva in maintaining oral health and as an aid diagnosis. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2006; 11(5): 449-55.
15. Putriyanti F, Herda E, Soufyan A. Pengaruh saliva buatan terhadap diametral tensile strength micro fine hybrid resin composite yang direndam dalam minuman isotonic. *Jurnal PDGI* 2012; 61(1): 43-7
16. Ramadhani SF. Kelarutan fosfat email pada perendaman gigi dalam minuman isotonic dan asam folat [skripsi]. Makassar: Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin; 2013. p.39
17. Toledano M, Osorio R, Osorio E, Fuentes V, Prati C, Garcia-Godoy F. Sorption and solubility of resin based restorative dental materials. *J Dent* 2003; 31:43-50
18. Wulandari P. Pengaruh lama perendaman SIK tipe i dalam saliva pH 5 terhadap kekuatan geser: penelitian laboratories [skripsi]. Jakarta: Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Indonesia; 2005. h.23-4
19. Patel, Sabikhi L, Kumar S, Khetra Y. Innovative trends in dakuadesy and food products formulation. New Delhi: National Dakuadesy Research Institute; 2012. p.5-6.
20. Mettler S, Rusch C, Colombani PC. Osmolality and pH of sport and other drinks available in Switzerland. *Sportmedizin und Sporttraumatologie* 2006; 54(3): 92-5.
21. Sugiyo P. Pengaruh perendaman dan derajat keasaman saliva terhadap perubahan warna pada basis gigi tiruan lepasan dengan thermoplastyc nylon [tesis]. Yogyakarta: Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Gadjah Mada; 2013. h.38, 40
22. Santoso PT. Kekerasan permukaan email setelah aplikasi gel karbamid peroksida 10% dan pasta buah strawberry. *J Dentofasial* 2009; 8(2):118-24
23. Fejerskov O, Kidd E. Dental caries: the disease and its clinical management. Oxford: Blackwell Munksgand; 2003. p.196-395.