



BDJ

## Perbedaan pola kelarutan kalsium enamel pada perendaman gigi antara minuman ringan berkarbonasi dan minuman isotonik

Angelina Nirmasary Jerabun\*, I Gusti Agung Sri Pradnyani, Sari Kusumadewi

### ABSTRACT

**Introduction:** Calcium is one of the major inorganic components in the hydroxyapatite crystal  $[Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2]$  of dental enamel. Calcium enamel can dissolve at low pH and this is an early sign of dental erosion. One of the factors causing the solubility of calcium enamel is consumption of soft drink with low pH such as carbonated and isotonic drinks. The purpose of this study was to determine differences patterns of calcium enamel solubility on soaking the teeth between carbonated drinks and isotonic drinks.

**Method:** This study was a laboratory experiment (invitro) with time series design. This study used permanent premolars human teeth soaked into carbonated drinks and isotonic drinks for 5, 15, 30, 45, and 60 minutes, then measured calcium enamel content dissolved using a

spectrophotometer. Data were analyzed by saphiro wilk test of normality and followed by Independent T Test.

**Result:** The result showed that p value on carbonated beverage was 0.020 and in isotonic drink was 0.026. The p value of both drinks was below 0.05 ( $p < 0.05$ ) indicating that there was significant difference of enamel calcium solubility in carbonated drinks and isotonic drinks at each time.

**Conclusion:** The conclusions of this study was patterns of calcium enamel solubility on soaking the teeth between carbonated drinks and isotonic drinks were different. The solubility of calcium in carbonated drinks has decreased in the next minutes, while calcium enamel solubility in isotonic drinks has increased in the next minutes.

**Keywords:** carbonated drinks, isotonic drinks, calcium enamel solubility

**Cite This Article:** Jerabun, A.N., Pradnyani, I.G.A.S., Kusumadewi, S. 2020. Perbedaan pola kelarutan kalsium enamel pada perendaman gigi antara minuman ringan berkarbonasi dan minuman isotonik. *Bali Dental Journal* 4(2): 99-103.

### ABSTRAK

**Latar Belakang:** Kalsium merupakan salah satu komponen anorganik utama kristal hidroksiapatit  $[Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2]$  pada enamel gigi. Kalsium enamel dapat larut pada pH yang rendah dan merupakan tanda awal terjadinya erosi gigi. Salah satu faktor yang dapat menyebabkan larutnya kalsium enamel adalah konsumsi minuman ringan dengan pH yang rendah seperti minuman berkarbonasi dan minuman isotonik. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan pola kelarutan kalsium enamel pada perendaman gigi antara minuman ringan berkarbonasi dan minuman isotonik.

**Metode:** Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorium (invitro) dengan studi *time series*. Penelitian ini menggunakan gigi premolar permanen manusia yang direndam kedalam minuman berkarbonasi dan minuman isotonik selama 5, 15, 30, 45, dan 60 menit, kemudian dilakukan pengukuran kadar kalsium enamel yang terlarut

dengan menggunakan spektrofotometer. Data dianalisis menggunakan *saphiro wilk test of normality* dan dilanjutkan dengan *Independent T Test*.

**Hasil:** Hasil analisis menunjukkan nilai p pada minuman berkarbonasi adalah 0,020 dan pada minuman isotonik adalah 0,026. Nilai p pada kedua minuman berada dibawah 0,05 ( $p < 0,05$ ) yang menunjukkan bahwa terjadi perbedaan kelarutan kalsium enamel yang signifikan pada minuman berkarbonasi dan minuman isotonik disetiap waktunya.

**Simpulan:** Dapat disimpulkan bahwa pola kelarutan kalsium enamel pada perendaman gigi dalam minuman berkarbonasi dan minuman isotonik memiliki perbedaan. Kelarutan kalsium pada minuman berkarbonasi mengalami penurunan pada perendaman menit-menit selanjutnya, sedangkan kelarutan kalsium enamel pada minuman isotonik mengalami peningkatan pada perendaman menit-menit selanjutnya.

**Kata Kunci :** minuman berkarbonasi, minuman isotonik, kelarutan kalsium enamel

**Sitasi Artikel ini:** Jerabun, A.N., Pradnyani, I.G.A.S., Kusumadewi, S. 2020. Perbedaan pola kelarutan kalsium enamel pada perendaman gigi antara minuman ringan berkarbonasi dan minuman isotonik. *Bali Dental Journal* 4(2): 99-103.

Program Studi Sarjana Kedokteran  
Gigi dan Profesi Dokter Gigi,  
Fakultas Kedokteran, Universitas  
Udayana

\*Korespondensi:

Angelina Nirmasary Jerabun,  
Program Studi Pendidikan  
Dokter Gigi, Fakultas Kedokteran,  
Universitas Udayana  
[irma.jerabun@yahoo.co.id](mailto:irma.jerabun@yahoo.co.id)

Diterima : 02 Agustus 2020  
Disetujui : 20 September 2020  
Diterbitkan : 15 Oktober 2020



## PENDAHULUAN

Gigi merupakan salah satu organ penting pada tubuh manusia, tersusun dari enamel, dentin dan pulpa. Enamel merupakan lapisan gigi yang paling keras dan tersusun dari Kristal hidroksiapatit. Hidroksiapatit  $[Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2]$  merupakan zat anorganik yang utama yaitu sekitar 90-92% dari volumenya yang terdiri dari komponen utama kalsium dan fosfat.<sup>1</sup> Kalsium pada hidroksiapatit dapat mengalami kelarutan pada saat pH rongga mulut berada dibawah ph kritis enamel atau berada dibawah 5,5.<sup>2</sup> Konsentrasi hidroksiapatit seperti komponen kalsium dan fosfat yang terlarut dalam *plaque fluid* menandakan telah terjadi proses erosi.<sup>3</sup>

Erosi gigi merupakan sebuah kondisi patologis hilangnya struktur jaringan gigi melalui proses kimia tanpa melibatkan mikroorganisme, dan disebabkan adanya kehadiran asam, yang terdiri dari asam intrinsik atau asam yang dihasilkan oleh tubuh, dan asam ekstrinsik atau asam yang berasal dari makanan dan minuman yang dikonsumsi.<sup>4</sup> Penelitian menerangkan bahwa meningkatnya kejadian erosi gigi bukan karena faktor intrinsik yang sering terjadi seperti *reflux disease* atau *xerostomia*, tetapi lebih signifikan karena pengaruh gaya hidup seperti meningkatnya konsumsi minuman ringan.<sup>5</sup> Seperti pada penelitian yang dilakukan Jensdottir dkk tahun 2003, pada 80 subjek penelitian didapatkan subjek dengan *reflux disease* mengalami erosi gigi 34,8%, sedangkan pada subjek penelitian yang tidak mengalami *reflux disease* namun sering mengkonsumsi minuman ringan didapatkan kejadian erosi gigi sebanyak 40,4%.<sup>6</sup>

Minuman berkarbonasi (*carbonated drink*) dan minuman isotonik (*isotonic drink*) merupakan contoh minuman yang dapat menyebabkan demineralisasi mineral-mineral pada enamel. Minuman berkarbonasi dan minuman isotonik memiliki nilai ph yang rendah sehingga kedua minuman ini dikategorikan sebagai *acid drinks* atau minuman asam, dan berpotensi erosiv terhadap enamel gigi apabila dikonsumsi.<sup>4</sup> Minuman berkarbonasi biasanya memiliki pH berkisar 3-5, dan memiliki kandungan asam karbonat.<sup>7,8</sup> Minuman isotonik mengandung beberapa jenis asam yang tinggi, seperti asam fosfat, asam sitrat, asam maleat, dan asam tartrat.<sup>4</sup> Minuman isotonik memiliki variasi pH yaitu 2,4-4,5, pada beberapa minuman isotonik yang populer memiliki pH 2,9-3,2 tergantung dari kandungan perasa yang diberikan pada minuman isotonik.<sup>8</sup> Penelitian yang dilakukan oleh Muhamad Talib tahun 2012 dan juga penelitian lain yang dilakukan oleh Syarifah Fitria Ramadhani tahun 2013 menengangkan bahwa minuman berkarbonasi dan minuman istonik dapat menyebabkan terjadinya kelarutan mineral-mineral pada enamel.<sup>9,10</sup>

Berdasarkan pengaruh minuman berkarbonasi dan minuman isotonik terhadap kelarutan kalsium enamel gigi, penulis tertarik untuk melakukan penelitian mengenai perbandingan pola kelarutan kalsium enamel pada perendaman gigi antara minuman ringan berkabonasi dan minuman isotonik.

## METODE

Desain penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah eksperimental laboratorium (*invitro*) dengan studi *time series*. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Biokimia Fakultas Kedokteran Universitas Udayana. Sampel penelitian ini adalah 5 ml minuman berkarbonasi dan 5 ml minuman isotonik yang telah direndam gigi selama 5, 15, 30, 45, dan 60 menit. Penelitian ini menggunakan 4 gigi premolar permanen manusia dengan kriteria inklusi gigi premolar permanen, gigi *post* ekstraksi (*fresh extraction*) untuk perawatan orthodontic, dan kriteria eksklusi gigi karies, fluorosis, dan fraktur mahkota. Analisis yang digunakan pada penelitian ini menggunakan analisis kuantitatif dengan uji perbandingan *Independent T Test*.

## HASIL PENELITIAN

**Tabel 1. Distribusi pH minuman berkarbonasi dan minuman isotonik**

Jenis minuman	Pengukuran pH indikator	Pengukuran pH meter
Minuman berkarbonasi	3	3,4
Minuman isotonik	4	3,6

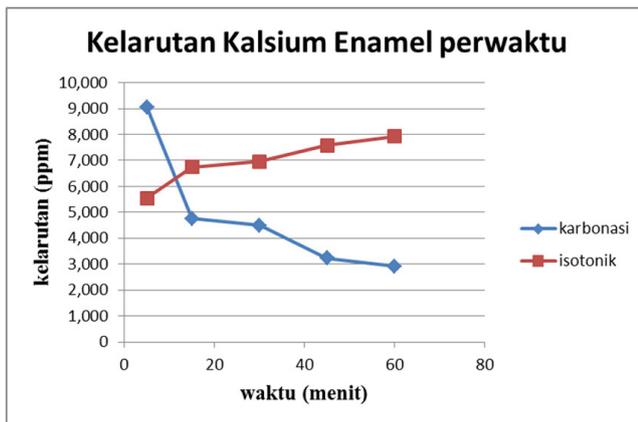
Dari Tabel 1, diketahui minuman berkarbonasi memiliki pH 3 pada pengukuran dengan menggunakan pH indikator dan pH 3,4 pada pengukuran dengan menggunakan pH meter. Minuman isotonik memiliki pH 4 pada pengukuran dengan menggunakan pH indikator dan pH 3,6 pada pengukuran dengan menggunakan pH meter. Hasil pengukuran pH pada kedua jenis minuman memiliki perbedaan, dimana minuman berkarbonasi lebih asam daripada minuman isotonik.

**Tabel 2. Perbedaan kelarutan kalsium enamel pada minuman berkarbonasi dan minuman isotonik berdasarkan waktu**

Minuman	Waktu (menit)	Kelarutan/waktu (ppm)	Mean
Minuman berkarbonasi	5	9,060	4,895
	15	4,761	
	30	4,501	
	45	3,237	
	60	2,917	
Minuman isotonik	5	5,540	6,953
	15	6,753	
	30	6,961	
	45	7,587	
	60	7,926	



Dari Tabel 2 diatas, diketahui perendaman gigi pada minuman berkarbonasi dan minuman isotonik menyebabkan terjadinya kelarutan kalsium enamel. Kelarutan kalsium enamel pada minuman berkarbonasi memperlihatkan kelarutan, yaitu pada menit ke 5 menunjukkan rerata kelarutan yaitu 9,060 ppm, menit ke 15 yaitu 4,761 ppm, menit ke 30 yaitu 4,501 ppm, menit ke 45 yaitu 3,237 ppm dan menit ke 60 dengan rerata kelarutan 2,917 ppm. Kelarutan terbesar terlihat pada menit ke 5 yaitu 9,060 ppm dan kelarutan terkecil terlihat pada menit ke 60 yaitu 2,917 ppm, dan rerata keseluruhan kelarutan pada minuman berkarbonasi adalah 4,895. Kelarutan kalsium enamel pada minuman isotonik memperlihatkan kelarutan yaitu, pada menit ke 5 menunjukkan rerata kelarutan 5,540 ppm, menit ke 15 yaitu 6,753 ppm, menit ke 30 yaitu 6,961 ppm, menit ke 45 yaitu 7,587 ppm dan menit ke 60 dengan rerata kelarutan 7,926 ppm. Kelarutan terbesar terlihat pada menit ke 60 yaitu 7,926 ppm dan kelarutan terkecil terlihat pada menit ke 5 yaitu 5,540 ppm, dan rerata keseluruhan kelarutan pada minuman isotonik adalah 6,953. Nilai p pada hasil analisa adalah 0,02 ( $p < 0,05$ ), oleh karena itu  $H_0$  ditolak, dan dapat disimpulkan bahwa kelarutan kalsium enamel pada minuman berkarbonasi dan minuman isotonik berbeda setiap waktunya.



**Grafik 1.** Perbedaan pola kelarutan kalsium enamel pada minuman berkarbonasi dan minuman isotonik berdasarkan waktu

Berdasarkan hasil penelitian ini, pola kelarutan kalsium enamel pada minuman berkarbonasi dan minuman isotonik memiliki nilai yang bermakna (berbeda) disetiap waktu. Kelarutan kalsium pada minuman berkarbonasi mengalami penurunan pada perendaman menit-menit selanjutnya, sedangkan kelarutan kalsium enamel pada minuman isotonik mengalami peningkatan pada perendaman menit-menit selanjutnya.

## PEMBAHASAN

Kelarutan kalsium enamel merupakan salah satu tanda awal terjadinya erosi gigi yang terjadi melalui proses kimia karena asam atau *chelator* yang tidak diproduksi oleh

bakteri.<sup>11</sup> Minuman berkarbonasi dan minuman isotonik dapat menyebabkan terjadinya kelarutan pada kalsium enamel. Terdapat perbedaan pola kelarutan kalsium enamel diantara minuman berkarbonasi dan minuman isotonik. Perbedaan pola kelarutan kalsium enamel antara minuman berkarbonasi dan minuman isotonik dipengaruhi oleh perbedaan pH kedua minuman, komposisi asam pada kedua minuman, dan perbedaan kemampuan titik jenuh.

Larutnya kalsium enamel meningkat bersamaan dengan penurunan pH atau pH berada dibawah pH kritis enamel (pH kritis enamel 5,5).<sup>2</sup> Tingkat keasaman minuman yang digunakan pada penelitian ini diketahui dengan cara pengukuran pH menggunakan pH indikator dan pH meter. Berdasarkan Tabel 1, diketahui minuman berkarbonasi memiliki tingkat keasaman yang lebih tinggi dibandingkan dengan minuman isotonik. Tingkat keasaman yang lebih tinggi pada minuman berkarbonasi menyebabkan kelarutan pada minuman berkarbonasi dimenit awal pengukuran yaitu menit ke-5 setelah perendaman lebih besar dibandingkan dengan kelarutan kalsium pada minuman isotonik, namun apabila dilihat dari rerata keseluruhan kelarutan kalsium enamel, minuman berkarbonasi memiliki rerata kelarutan yang lebih rendah dibandingkan minuman isotonik, dan pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pH kurang berpengaruh dalam menentukan besarnya kelarutan kalsium enamel.

Penelitian lainnya juga pernah dilakukan dan mendapatkan hasil bahwa pH tidak selalu menentukan besarnya kelarutan mineral pada enamel. Seperti pada penelitian yang dilakukan Owens BM dan kawan kawan, yang melihat penurunan berat gigi setelah direndam dalam beberapa minuman seperti coca-cola Classic, Diet Coke, Gatorade sports drink, Minute Maid Pure Premium Orange Juice, Red Bull energy drink. Adanya penurunan berat gigi menandakan telah terjadi kelarutan mineral-mineral pada gigi. Pada penelitian ini coca-cola Classic mempunyai pH yang paling rendah dibandingkan dengan minuman lainnya yaitu sebesar 2,49, namun dari hasil perhitungan rerata penurunan berat gigi didapatkan Red Bull energy drink menyebabkan penurunan terbesar (pH Red Bull energy drink 3,32), diikuti Gatorade sports drink (pH 3,04), dan coca-cola Classic yang memiliki tingkat keasaman paling tinggi berada diurutkan ke selanjutnya.<sup>12</sup>

Komposisi asam pada minuman mempengaruhi tingkat keasaman suatu minuman. Minuman berkarbonasi dan minuman isotonik memiliki komposisi asam yang berbeda. Pada umumnya minuman ringan mengandung beberapa jenis asam seperti asam fosfat, asam sitrat, asam maleat, dan asam tartrat. Kandungan asam pada suatu minuman ringan tergantung dari perasa yang digunakan pada minuman tersebut. Minuman berkarbonasi dan minuman isotonik memiliki kandungan asam yang sama seperti minuman ringan pada umumnya, namun minuman berkarbonasi mengandung asam karbonat yang merupakan kandungan utama dari minuman berkarbonasi.<sup>4</sup> Adanya kandungan asam karbonat pada minuman berkarbonasi juga menyebabkan minuman berkarbonasi memiliki tingkat



keasaman yang lebih tinggi dari minuman isotonik, dan hal inilah yang menyebabkan adanya perbedaan pola kelarutan kalsium enamel pada minuman berkarbonasi dan minuman isotonik.

Penelitian serupa juga telah dilakukan oleh Muhammad Talib yang meneliti kelarutan magnesium enamel pada perendaman gigi dalam minuman yang mengandung asam bikarbonat dan minuman yang mengandung asam sitrat. Asam bikarbonat terdapat dalam minuman-minuman bersoda sedangkan asam sitrat biasanya terdapat dalam minuman-minuman rasa jeruk. Minuman yang mengandung asam bikarbonat memiliki pH lebih rendah dibandingkan minuman yang mengandung asam sitrat. Dari hasil pengukuran kelarutan magnesium pada kedua jenis minuman tersebut didapatkan hasil minuman yang mengandung asam sitrat memiliki tingkat kelarutan lebih besar (6,67 ppm) dibandingkan minuman yang mengandung asam bikarbonat (6,49 ppm).<sup>9</sup>

Besarnya kelarutan kalsium enamel pada setiap waktu perendaman juga dipengaruhi oleh titik jenuh kelarutan dan hal ini mempengaruhi perbedaan pola kelarutan kalsium enamel antara minuman berkarbonasi dan minuman isotonik. Titik jenuh kelarutan merupakan titik dimana tidak lagi terjadi kelarutan, dimana terlihat dari kelarutan yang mulai mengalami penurunan dan akan berakhir pada nilai kelarutan sama dengan nol. Titik jenuh kelarutan terjadi karena kemampuan minuman dalam melarutkan kalsium enamel telah mencapai batas maksimal kelarutan.<sup>10,13</sup> Pada **Grafik 1** terlihat kelarutan kalsium enamel pada minuman berkarbonasi mengalami kelarutan yang sangat tinggi setelah perendaman 5 menit, kemudian mengalami penurunan pada menit-menit selanjutnya. Hal ini terjadi karena pada menit ke 5 setelah perendaman gigi minuman berkarbonasi telah mencapai titik jenuh atau dengan kata lain minuman berkarbonasi telah mencapai batas maksimal melarutkan kalsium enamel. Kelarutan kalsium enamel pada minuman isotonik setelah perendaman gigi selama 5 menit mempunyai kelarutan yang lebih rendah dibandingkan dengan kelarutan kalsium enamel setelah perendaman 5 menit pada minuman berkarbonasi. Pada menit-menit selanjutnya, kelarutan kalsium enamel pada minuman isotonik terus mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan karena minuman isotonik belum mencapai titik jenuh atau dengan kata lain minuman isotonik belum mencapai batas maksimal melarutkan kalsium enamel.

Penelitian serupa juga dilakukan oleh Ramadhani tahun 2013, meneliti kelarutan fosfat enamel pada perendaman gigi selama 5, 15, 30, 45, dan 60 menit dengan minuman isotonik dan minuman yang mengandung asam folat. Pada penelitian tersebut terlihat bahwa kelarutan fosfat pada minuman asam folat mulai larut pada menit ke 5, mencapai kelarutan maksimal pada menit ke 30, dan menurun di menit ke 45, hal ini dikarenakan kelarutan tersebut telah mencapai titik jenuh. Sedangkan pada minuman isotonik terus menerus mengalami kelarutan hingga menit ke 60.<sup>10</sup>

Penelitian lain juga dilakukan oleh Panigoro dan kawan-kawan tahun 2015, melihat besar kelarutan kalsium enamel gigi setelah direndam di minuman isotonik selama 5, 15, 30, 45 dan 60 menit dan menggunakan kontrol akuades. Dari penelitian ini didapatkan hasil kelarutan kalsium gigi pada perendaman minuman isotonik memperlihatkan kenaikan pada setiap menitnya, sedangkan kelarutan kalsium enamel pada kelompok kontrol akuades memperlihatkan peningkatan pada menit ke-30 kemudian mengalami penurunan kelarutan pada menit selanjutnya, sehingga dapat disimpulkan menit ke 30 merupakan titik jenuh dari perendaman ini. Hal ini disebabkan oleh kemampuan akuades dalam melarutkan kalsium enamel telah mencapai batas maksimal kelarutan.<sup>13</sup>

Perbedaan titik jenuh pada penelitian ini dengan titik jenuh pada penelitian-penelitian sebelumnya, disebabkan oleh adanya perbedaan merk minuman yang digunakan sebagai sampel penelitian. Selain perbedaan merk, perbedaan perasa pada minuman juga mempengaruhi perbedaan kemampuan minuman dalam melarutkan kalsium enamel. Perasa pada minuman dipengaruhi oleh jenis asam yang ditambahkan pada minuman.

## SIMPULAN

1. Pola kelarutan kalsium enamel pada perendaman gigi antara minuman berkarbonasi dan minuman isotonik berbeda.
2. Minuman berkarbonasi mengalami penurunan kelarutan kalsium pada menit-menit selanjutnya, sedangkan kelarutan kalsium enamel pada minuman isotonik mengalami peningkatan pada perendaman menit-menit selanjutnya.
3. Kelarutan kalsium enamel pada minuman berkarbonasi memiliki rerata kelarutan 4,895 ppm, dimana kelarutan terbesar pada menit ke 5 yaitu 9,060 ppm dan kelarutan terkecil pada menit ke 60 yaitu 2,917 ppm. Kelarutan kalsium enamel pada minuman isotonik memiliki rerata kelarutan 6,953 ppm. Kelarutan terbesar terlihat pada menit ke 60 yaitu 7,926 ppm dan kelarutan terkecil terlihat pada menit ke 5 yaitu 5,540 ppm.

## SARAN

1. Masyarakat diharapkan meminimalisir konsumsi minuman berkarbonasi dan minuman isotonik karena kedua minuman ini memiliki dampak buruk bagi kesehatan gigi.
2. Perlunya dilakukan penelitian lebih lanjut untuk melihat pengaruh minuman berkarbonasi, minuman isotonik, dan jenis minuman lainnya terhadap kelarutan mineral-mineral pada enamel.

## KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis menyatakan tidak terdapat konflik kepentingan terkait publikasi dari artikel ini.



## PENDANAAN

Penelitian ini tidak mendapatkan bantuan dana dari pemerintah ataupun sektor swasta lainnya.

## ETIKA DALAM PENELITIAN

Penelitian ini telah mendapatkan persetujuan dari Komite Etik Fakultas Kedokteran Universitas Udayana/RSUP Sanglah Denpasar.

## DAFTAR PUSTAKA

- Berkovitz BK, Holland GR, Moxham BJ. Oral anatomy, histology and embryology. London: Mosby inc; 2009. p. 105-21.
- West NX, Joiner A. Enamel Mineral Loss. *Journal of Dentistry*. 2014;42(SI):S2-S11.
- Carvalho TS. Erosive Tooth Wear: A Multifactorial Condition Of Growing Concren And Increasing Knowledge, in A. Lussi, (ed.): *Erosive Tooth Wear From Diagnosis To Therapy*. S-Karger; 2014;25:1-15.
- Razak FA, Rahim NS, Rosli SN. Errosive Effect of Sport Drinks on Tooth Enamel. *International J of Advanced in Pharmacy biology and Chemistry (IJAPBC)*; 2014:374-380.
- Limeback, Hardy. *Comprehensive Preventive Dentistry*. Oxford: John Wiley & Sons; 2012. p. 214.
- Jensdottir T, Arnadottir IB, Thorsdottir I, Bardow A, Gudmundsson K, Theodors A, Holbrook WP. Relationship between dental erosion, soft drink consumption, and gastroesophageal reflux among Icelanders. *Clin Oral Invest*. 2004;8:91-96.
- Ren YF. Dental Erosion: Etiology, Diagnosis, and Prevention. *Rdhmag*; 2011. p. 76-80.
- Patel, Sabikhi L, Kumar S, Khetra Y. Innovative trends in dairy and food products formulation. India: *Nation Dairy Res Inst*; 2012. p. 5-6.
- Muhammad T. Kelarutan Magnesium Email Pada Perndaman Gigi Dalam Minuman Yang Mengandung Asam Bikarbonat dan Asam Sitrat (In Vitro), Makasar: Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin; 2012.
- Ramadhani SF. Kelarutan Fosfat Email Pada Perendaman Gigi Dalam Minuman Isotonik Dan Asam Folat. Makasar: Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin; 2013.
- Cochrane NJ, Yuan Y, Walker GD. Erosive Potential of Sports Beverages. *Australian Dental Journal*. 2012;57(3):359-364.
- Owens BM, Mallette JD, Phebus JG. Effects of Carbonated Cola Bevarages, Sport and Energy Drinks and Orange Juice on Primary and Permanent Enamel Dissolution. *Austin Journal Dental*. 2014;1(1):23-29.
- Panigoro S, Pangemanan DHC, Juliatri. Kadar Kalsium Gigi Yang Terlarut Pada Perendaman Minuman Isotonik. *Jurnal e-gigi*. 2015;3(2):356-360.



This work is licensed under  
a Creative Commons Attribution