



## EFFECT OF ENERGY DRINK ON MICROHARDNESS OF DENTAL ENAMEL (IN VITRO)

Prima Ulva<sup>1</sup>, Idral Purnakarya<sup>2</sup>, Arymbi Pudjiastuty<sup>3</sup>

Korespondensi : [ulvaprima@gmail.com](mailto:ulvaprima@gmail.com) Telp: 082169780793

### Abstract

*A prolonged acidic ambience of oral environment will lead to demineralization process. It caused erosion to enamel surface after long time of exposure. Acidic beverages become the external factor of dental erosion. Energy drink is one of popular beverages which has acid ingredients and pH value below the critical pH (5.5). The objective is to determine the effect of energy drink on microhardness of dental enamel (in vitro). Methods that were used in this study was experimental pre test - post test with control group design. A total of 36 premolar were used as samples which were divided into energy drink group and control group of artificial saliva. The treatment group were immersed for 8 cycle for 7 days. Dental enamel microhardness were measured by Vickers Hardness Tester before and after treatment. The result of this study was microhardness mean of enamel surface decreased from 306 VHN to 262 VHN after immersion for energy drink group and no significant difference in artificial saliva group. Independent T-test analysis showed p value <0,005, thus concluding there was significant difference between two groups. The conclusion of this study there was significant effect of energy drink immersion to dental enamel microhardness.*

**Keywords:** dental microhardness, energy drink, vickers hardness tester

**Affiliasi penulis :** 1. Mahasiswa fakultas kedokteran gigi universitas Andalas. 2. Dosen fakultas kesehatan masyarakat universitas Andalas. 3. Dosen departemen ilmu kesehatan gigi masyarakat fakultas kedokteran gigi universitas andalas

### PENDAHULUAN

Pengaruh media massa pada sebagian masyarakat memunculkan budaya instan, dimana informasi melalui media massa diterima begitu saja tanpa melalui proses analisa terhadap informasi tersebut. Hal ini dapat dilihat dari pengaruh iklan terhadap peningkatan jumlah konsumsi produk yang dipromosikan. Kehidupan sehari-hari masyarakat diwarnai dengan meningkatnya penawaran aneka jenis komoditi makanan dan minuman ringan yang semuanya serba instan<sup>1,2</sup>.

Produk aneka makanan ringan serta minuman ringan baik dari jenis jus kemasan, minuman olahraga, minuman berenergi, susu, maupun teh kemasan dapat berpengaruh baik langsung maupun tidak langsung terhadap kesehatan masyarakat yang mengkonsumsinya. Dampak yang dapat dipicu oleh konsumsi makanan dan minuman ringan secara umum berupa defisiensi nutrisi, hipertensi, diabetes, dan obesitas. Salah satu komoditi minuman ringan yang produksinya mengalami peningkatan drastis pada dua dekade terakhir adalah minuman berenergi. Minuman ini digemari oleh kalangan remaja hingga orang dewasa. Minuman berenergi dipasarkan secara agresif dengan klaim bahwa produk ini dapat memberikan tambahan stamina



untuk meningkatkan performa fisik dan kognitif. Namun konsumsi terus menerus dapat memicu peningkatan tekanan darah, laju jantung maupun terjadinya serangan jantung<sup>3,4</sup>.

Efek konsumsi minuman ringan juga dapat menyerang rongga mulut seperti timbulnya karies dan lesi non karies berupa erosi. Banyak penelitian menunjukkan hubungan yang positif antara karies dan erosi gigi serta konsumsi minuman ringan. Hal ini dapat diakibatkan kandungan serta pH minuman yang merusak permukaan email gigi. Banyak jenis minuman ringan dengan pH rendah mengandung asam fosfat, asam sitrat, atau asam malat dengan tujuan sebagai penyeimbang rasa manis minuman, namun kandungan asam ini menyebabkan turunnya pH minuman<sup>5-7</sup>.

Email gigi merupakan jaringan keras pada tubuh manusia yang memiliki banyak kandungan mineral. Komposisinya sebagian besar disusun oleh material anorganik kalsium hidroksiapatit,  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ . Pelepasan kalsium secara terus menerus dari proses demineralisasi yang berkelanjutan akan menyebabkan terbentuknya porositas pada email gigi yang sebelumnya tidak ada, sehingga menyebabkan penurunan kekerasan permukaan dan hilangnya sebagian elemen email. Apabila proses berlanjut hingga mengenai dentin penderita akan merasakan ngilu<sup>8,9</sup>. Keasaman dan nilai pH minuman menjadi faktor yang mempengaruhi terjadinya erosi dihubungkan dengan nilai kekerasan permukaan email gigi setelah paparan berbagai minuman asam. Gigi yang sering terpapar makanan atau minuman asam akan menurunkan kekerasannya<sup>10,11</sup>.

Beberapa minuman ringan dengan pH dibawah pH kritis (5.5) terbukti dapat menyebabkan rusaknya permukaan email setelah perendaman selama 60 hingga 180 menit<sup>12</sup>. Penelitian H. Devlin *et al.* tahun 2006 membuktikan bahwa konsumsi minuman dengan kandungan pengasam akan mengurangi kekerasan indentasi email. Erosi akibat minuman tersebut terjadi setelah paparan jam 1, 2, 3, dan 15 jam. Minuman berkarbonasi dengan pH 2,5 juga terbukti dapat mengakibatkan penurunan kekerasan permukaan email gigi setelah perendaman 30, 60, dan 120 menit. Penelitian sebelumnya mengenai minuman berenergi dilakukan oleh Nastiti pada tahun 2012 membuktikan bahwa perendaman resin komposit *hybrid* dalam minuman berenergi dapat menurunkan kekerasannya setelah perendaman 2 jam<sup>13-15</sup>.

Minuman berenergi diketahui memiliki pH rendah dan kandungan asam sitrat sehingga memungkinkan adanya hubungan dengan kejadian erosi gigi pada rongga mulut<sup>16,17</sup>. Kandungan minuman, pH yang tergolong asam dan berada dibawah pH kritis ( $\text{pH} < 5,5$ ), serta potensi minuman berenergi sebagai penyebab terjadinya erosi gigi membuat penulis tertarik untuk



## ANDALAS DENTAL JOURNAL

Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Andalas  
 Jalan Perintis Kemerdekaan No. 77 Padang, Sumatera Barat  
 Web: [adj.fkg.unand.ac.id](http://adj.fkg.unand.ac.id) Email: [adj@dent.unand.ac.id](mailto:adj@dent.unand.ac.id)

meneliti pengaruh konsumsi minuman berenergi terhadap penurunan kekerasan permukaan email gigi dengan total waktu perendaman 9 menit (waktu perendaman singkat)

### METODE

Jenis penelitian yang dilakukan adalah eksperimental laboratorium (*true experimental*) secara *pre test – post test with control group design*. Sampel yang digunakan dalam penelitian adalah gigi premolar permanen post-ekstraksi yang berasal dari Kota Bukittinggi dan disesuaikan dengan kriteria inklusi penelitian. Besar sampel ditentukan dengan menggunakan rumus penentuan sampel uji eksperimen menurut Federer:

$$(t - 1) (r - 1) \geq 15$$

Keterangan :

t = jumlah kelompok perlakuan

n = jumlah sampel

Jumlah minimal sampel untuk setiap kelompok perlakuan adalah 16 gigi premolar. Untuk mengantisipasi kehilangan unit eksperimen maka perlu dilakukan koreksi terhadap besar sampel dengan:

$$N = n / (1 - f)$$

Keterangan:

N = sampel koreksi

n = besar sampel awal

f = perkiraan proporsi drop out (10%)

Jadi jumlah sampel yang digunakan untuk setiap kelompok adalah 18 sampel, dengan ditotalkan untuk dua kelompok menjadi 36 sampel.

### Pengambilan Data

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh minuman berenergi terhadap kekerasan permukaan email gigi dengan melakukan perendaman gigi secara invitro. Penelitian dilakukan pada 5 April 2018 – 17 April 2018 di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran dan Laboratorium Metalurgi Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Andalas. Sampel yang digunakan dalam penelitian adalah gigi premolar permanen post-ekstraksi yang berasal dari Kota Bukittinggi dan disesuaikan dengan kriteria inklusi penelitian. Sampel dibagi ke dalam 2



## ANDALAS DENTAL JOURNAL

Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Andalas  
Jalan Perintis Kemerdekaan No. 77 Padang, Sumatera Barat  
Web: [adj.fkg.unand.ac.id](http://adj.fkg.unand.ac.id) Email: [adj@dent.unand.ac.id](mailto:adj@dent.unand.ac.id)

kelompok, 18 sampel untuk kelompok perlakuan minuman berenergi dan 18 sampel untuk kelompok kontrol menggunakan saliva buatan.

Persiapan sampel dimulai dengan menanam sampel didalam mold kaca ukuran 2×2×2 cm dengan resin bening (epoxy). Sampel kemudian diukur nilai kekerasannya menggunakan Vickers Hardness Tester di Laboratorium Metalurgi Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Andalas. Sebelum dilakukan perendaman dilakukan pengukuran pH minuman berenergi dan saliva buatan yang dipakai dalam penelitian. Perendaman dilakukan dengan 8 siklus perhari. 1 siklus terdiri dari 5 detik perendaman dalam minuman berenergi dan 5 detik di dalam saliva buatan. Sampel dikeringkan dengan non-perfumed tissue sebelum dipindahkan antar minuman berenergi dan saliva buatan. Setelah dilakukan perendaman selama 8 siklus sampel disimpan di dalam incubator suhu 37° C hingga perlakuan hari berikutnya. Penelitian dilakukan selama 7 hari. Setelah itu dilakukan pengukuran nilai kekerasan sampel kembali.

### **Pengolahan Data dan Analisa Data**

Analisis univariat bertujuan untuk menjelaskan karakteristik atau gambaran setiap variabel penelitian yang diamati yaitu variabel independen (minuman berenergi) dan variabel dependen (kekerasan permukaan email gigi). Dilakukan uji normalitas data menggunakan uji Saphyro-Wilk karena sampel <50. Analisis bivariat yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji T berpasangan (paired t-test) untuk melihat perbedaan rata-rata yang bermakna antara kelompok data sebelum dan sesudah diberi perlakuan pada setiap kelompok. Perbedaan penurunan nilai kekerasan antara kelompok perlakuan dan kelompok kontrol dilihat dengan melakukan uji t tidak berpasangan (independent t-test) dengan tingkat kemaknaan 95% ( $p < 0,05$ ) apabila distribusi datanya normal.

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Analisa Univariat dilakukan untuk menjelaskan gambaran nilai kekerasan permukaan email gigi sebelum dan sesudah dilakukan perendaman dengan minuman berenergi dan saliva buatan. Hasil pengukuran nilai rata-rata kekerasan permukaan email dapat dilihat pada tabel 5.1 dan 5.2.


**Tabel 5.1 Distribusi rata-rata kekerasan permukaan email gigi sebelum dan sesudah perendaman dengan larutan minuman berenergi**

Kekerasan permukaan email	n	Mean ± SD (VHN)	Minimum (VHN)	Maksimum (VHN)
Sebelum perlakuan	18	307,74 ± 37,53	255,67	363,33
Setelah perlakuan	18	222,53 ± 43,51	152,67	304,33
Selisih	18	85,20 ± 53,26	10,67	179,33

**Tabel 5.1 Distribusi rata-rata kekerasan permukaan email gigi sebelum dan sesudah perendaman dengan larutan saliva buatan**

Kekerasan permukaan email	n	Mean ± SD (VHN)	Minimum (VHN)	Maksimum (VHN)
Sebelum perlakuan	18	322,11 ± 37,69	260,33	373,67
Setelah perlakuan	18	302,27 ± 35,57	202,00	376,00
Selisih	18	19,83 ± 47,65	-96	97

Analisa bivariat yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji T berpasangan (*paired t-test*) untuk melihat perbedaan rata-rata yang bermakna antara kelompok data sebelum dan sesudah diberi perlakuan pada setiap kelompok. Perbedaan penurunan nilai kekerasan antara kelompok perlakuan dan kelompok kontrol dilihat dengan melakukan uji t tidak berpasangan (*independent t-test*) dengan tingkat kemaknaan 95% ( $p < 0,05$ ). Uji normalitas dilakukan dengan menggunakan uji *Saphiro-Wilk* dikarenakan jumlah sampel  $< 50$  dengan hasil  $p > 0,05$  yang berarti data penelitian berdistribusi normal.

**Tabel 5.3 Rata rata kekerasan enamel gigi sebelum dan sesudah diberikan minuman berenergi**

Kekerasan permukaan email	n	Mean ± SD (VHN)	p
Sebelum perlakuan	18	307,74 ± 37,53	<0,001
Setelah perlakuan	18	222,53 ± 43,51	

Hasil penelitian pada tabel 5.3 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna dari nilai kekerasan permukaan email gigi sebelum dan setelah dilakukan perendaman dalam minuman berenergi selama 7 hari penelitian dengan tingkat kemaknaan  $p < 0,005$ .


**Tabel 5.4 Rata-rata kekerasan permukaan email gigi sebelum dan sesudah perendaman dengan saliva buatan**

Kekerasan permukaan email	n	Mean ± SD (VHN)	p
Sebelum perlakuan	18	322,11 ± 37,69	0,095
Setelah perlakuan	18	302,27 ± 35,57	

Hasil penelitian pada tabel 5.4 menunjukkan bahwa kelompok kontrol dengan perendaman menggunakan saliva buatan memiliki nilai  $p=0,095$  sehingga tidak terdapat perbedaan yang bermakna dari nilai kekerasan permukaan email gigi sebelum dan setelah perendaman menggunakan saliva buatan selama 7 hari.

**Tabel 5.5 Hasil perbedaan rata-rata selisih nilai kekerasan permukaan email gigi pada kelompok dengan perendaman menggunakan minuman berenergi dan kelompok kontrol menggunakan saliva buatan**

	n	Mean ± SD	p
Kelompok perlakuan minuman berenergi	18	85,20 ± 53,26	<0,001
Kelompok kontrol saliva buatan	18	19,83 ± 47,65	

Berdasarkan tabel 5.5 menunjukkan  $p<0,005$  sehingga disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna antara kelompok perendaman dengan minuman berenergi dengan kelompok kontrol menggunakan saliva buatan.

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh minuman berenergi terhadap kekerasan permukaan email gigi dengan melihat perubahan nilai kekerasan permukaan email gigi secara *in vitro*. Hasil pengukuran nilai rata-rata kekerasan awal email gigi sebelum diberi perlakuan untuk kelompok perendaman dengan minuman berenergi adalah 307 VHN. Hal ini sesuai dengan pengukuran nilai kekerasan email gigi yang dilakukan sebelumnya oleh Guitierrez *et al.* tahun 2001 dengan rentang nilai rata-rata kekerasan email 268-375 VHN. Hasil tersebut juga tidak jauh berbeda dengan penelitian yang dilakukan Shetty *et al.* tahun 2014 yang menunjukkan rata-rata nilai kekerasan email gigi berkisar antara 229,06-335,64 VHN<sup>18,19</sup>.

Hasil pengukuran kekerasan permukaan setelah dilakukan perendaman menunjukkan penurunan dengan rata-rata kekerasan permukaan email menjadi 222 VHN. Penurunan nilai kekerasan email gigi diakibatkan oleh proses demineralisasi pada gigi.



## ANDALAS DENTAL JOURNAL

Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Andalas  
 Jalan Perintis Kemerdekaan No. 77 Padang, Sumatera Barat  
 Web: [adj.fkg.unand.ac.id](http://adj.fkg.unand.ac.id) Email: [adj@dent.unand.ac.id](mailto:adj@dent.unand.ac.id)

Demineralisasi merupakan proses pemindahan ion mineral dari kristal hidroksiapatit jaringan keras gigi, termasuk email gigi. Proses demineralisasi terjadi ketika pH rongga mulut berada dibawah pH kritis yaitu pH 5,5, ketika pH mulut berangsur kembali normal maka permukaan gigi yang berkurang kekerasannya akan mengalami proses remineralisasi dengan paparan saliva. remineralisasi merupakan proses pengembalian ion mineral kembali ke kristal hidroksiapatit. Ketika suasana asam pada rongga mulut berlangsung lama akan menghambat proses remineralisasi sehingga terjadi erosi pada permukaan gigi. Paparan asam akan menyebabkan hidroksiapatit melarut sehingga email menjadi lebih lunak, oleh karena itu gigi menjadi rentan terhadap keausan. Keausan pada gigi dapat diakibatkan oleh paparan asam yang mengenai permukaan gigi<sup>20,21</sup>.

Hasil uji t berpasangan (paired t-test) pada tabel 5.4 kelompok perlakuan minuman berenergi menunjukkan  $p < 0,005$  yang berarti terdapat perubahan yang bermakna antara nilai kekerasan email gigi sebelum dan setelah perlakuan. Hal ini disebabkan oleh pH minuman yang rendah serta kandungan asam yang dimiliki oleh minuman. Penelitian oleh Zhang *et al.* menyatakan bahwa email yang terpapar oleh asam seperti asam sitrat dengan pH 3,2 dan asam asetat dengan pH 5,5 menyebabkan penurunan kekerasan permukaan email. Hasil penelitian juga sejalan dengan penelitian Nozari *et al.* mengenai asam sitrat, asam laktat, dan asam asetat menimbulkan demineralisasi email dan menyebabkan penurunan kekerasan email setelah 30 menit perendaman<sup>22,23</sup>.

Kandungan asam yang dimiliki oleh minuman berenergi terdiri dari derivat vitamin B, *taurine*, asam sitrat, dan zat yang digunakan sebagai pewarna minuman. Namun dibandingkan dengan kandungan lainnya asam sitrat diduga lebih berpotensi menjadi penyebab utama minuman berenergi menjadi asam dan dapat memicu terjadinya erosi gigi.

Asam sitrat memiliki anion dengan ikatan yang kuat sehingga bersifat lebih mudah untuk menarik ion kalsium dari permukaan gigi. Afinitas asam sitrat yang besar terhadap kalsium menyebabkan asam sitrat lebih erosif dibandingkan dengan kandungan asam lainnya yang dimiliki oleh minuman berenergi. Hal ini yang memungkinkan asam sitrat dapat menyebabkan kerusakan meskipun dalam konsentrasi rendah.

Pengukuran kekerasan permukaan email pada kelompok saliva buatan mengalami hasil yang bervariasi, sebagian sampel mengalami penurunan nilai kekerasan, dan sebagian lainnya mengalami peningkatan nilai kekerasan permukaan. Kondisi gigi sampel sebelum pencabutan yang tidak diketahui bagaimana pola konsumsi seseorang terhadap makanan dan minuman asam dapat menjadi salah satu kemungkinan penyebab. Selain itu, proses pengukuran menggunakan





## ANDALAS DENTAL JOURNAL

Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Andalas  
 Jalan Perintis Kemerdekaan No. 77 Padang, Sumatera Barat  
 Web: [adj.fkg.unand.ac.id](http://adj.fkg.unand.ac.id) Email: [adj@dent.unand.ac.id](mailto:adj@dent.unand.ac.id)

alat *vickers hardness tester* mengharuskan sampel mengalami sedikit pengikisan dan jejas indentasi yang dapat menyebabkan sedikit pengurangan ketebalan email, sementara pengukuran kekerasan permukaan dilakukan sebanyak dua kali. Hal tersebut dapat menjadi kemungkinan penyebab lainnya terjadinya penurunan kekerasan permukaan pada kelompok saliva buatan. Ketebalan email masing-masing individu yang bervariasi juga dapat dipertimbangkan menjadi penyebab turunnya nilai kekerasan permukaan email pada pengukuran kekerasan sampel setelah direndam dengan saliva buatan.

Saliva berperan sebagai sumber kalsium dan fosfat pada proses remineralisasi sehingga dapat menyeimbangkan proses demineralisasi dengan mengembalikan pH rongga mulut kembali normal. Kandungan yang dimiliki oleh saliva menggantikan mineral yang hilang pada saat demineralisasi. Koulourides *et al.* dalam penelitiannya membuktikan bahwa saliva dapat melakukan proses remineralisasi gigi sehingga email gigi dapat meningkat nilai kekerasannya tetapi proses peningkatan kekerasan email ini dapat mengalami kegagalan akibat beberapa faktor seperti gigi telah mengalami proses demineralisasi yang parah sebelum dilakukan penelitian. Hasil uji t berpasangan (*paired t-test*) pada tabel 5.5 kelompok kontrol menunjukkan  $p > 0,005$  yang berarti tidak ada perbedaan yang bermakna pada kekerasan permukaan email gigi sebelum dan setelah perendaman dengan saliva buatan<sup>21,24</sup>.

Berdasarkan hasil uji t tidak berpasangan (*independent t-test*) pada tabel 5.6 menunjukkan hasil  $p < 0,005$ , terdapat perbedaan yang bermakna antara kekerasan permukaan email gigi pada kelompok yang diberi perlakuan minuman berenergi dengan kelompok kontrol saliva buatan. Hasil penelitian membuktikan bahwa minuman berenergi memiliki pH rendah dan kandungan asam yang dapat memicu terjadinya erosi gigi, yaitu asam sitrat. Keasaman minuman menyebabkan penurunan kekerasan permukaan gigi. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Wongkhantee, Ehlen, *et al.* dan Torres *et al.* yang membuktikan bahwa makanan dan minuman dengan kandungan asam dapat menyebabkan penurunan kekerasan permukaan gigi. Sejalan dengan penelitian Ehlen *et al.* yang menyimpulkan bahwa keasaman minuman ringan yang dikonsumsi menyebabkan peningkatan resiko terjadinya erosi pada gigi. Penelitian West pada tahun 2001 juga menunjukkan hasil kandungan asam pada minuman ringan dapat menyebabkan erosi pada gigi. Kandungan asam yang banyak dipakai produk minuman adalah asam sitrat dan asam fosfat. Asam sitrat memiliki sifat erosif yang lebih kuat dibandingkan dengan asam fosfat. Berdasarkan uraian diatas dapat disimpulkan bahwa setelah 7 hari perlakuan dengan total waktu perendaman 9 menit minuman berenergi berpengaruh dalam menyebabkan penurunan kekerasan permukaan email gigi:<sup>25-28</sup>.





## ANDALAS DENTAL JOURNAL

Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Andalas  
 Jalan Perintis Kemerdekaan No. 77 Padang, Sumatera Barat  
 Web: [adj.fkg.unand.ac.id](http://adj.fkg.unand.ac.id) Email: [adj@dent.unand.ac.id](mailto:adj@dent.unand.ac.id)

### SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pengaruh minuman berenergi terhadap kekerasan permukaan email gigi secara in vitro dapat ditarik kesimpulan bahwa terdapat pengaruh minuman berenergi berupa penurunan kekerasan permukaan email gigi secara signifikan.

### KEPUSTAKAAN

- Harsanto WP. 2009. Gaya hidup modern dan iklan. *ISI Yogyakarta* 7(1):77-87. Kementrian Kesehatan Republik Indonesia. 2012. Rencana Program Pelayanan Kesehatan Gigi dan Mulut. Hal: 5-6.
- Pujiwiayana. 2010. Tradisi. *Jurnal Seni dan Budaya. APSI Daerah Istimewa Yogyakarta* 1(1)
- Higgins JP., Troy DT dan Christoper LH. 2010. Energy beverages : content and safety. *Mayo Clinic Proceedings* 85(11): 1033-1041.
- Alsunni, A. Abdulrahman. 2015. Energy drink consumption: beneficial and adverse health effects. *International Journal of Health Sciences* 9(4):468-474.
- Sirimaharaj V., LB Messer dan MV. Morgan. 2002. Acidic diet and dental erosion among athletes. *Australian Dental Journal* 47(3): 228-236.
- Shridar G., N. Rajendra, H. Murigendra, P. Shridevi, M. Prasad, MA. Mujeeb, S. Arun, D. Neeraj, S. Vikas, D. Suneel dan K. Vijay. 2015. Modern diet and its impact on human health. *Journal of Nutririon and Food* 5:6.
- Reddy A., Don FN., Stephanie SM., Belinda W. dan John DR. 2016. The pH of beverages in the United States. *JADA* : 1-9.
- Schuus AFB. 1991. Gebitspathologie, afwijkigen van de harge tendweefsels. Sutatmi Sutyto, Rafiah Abyono. Dalam : patologi gigi-geligi, kelainan jaringan keras gigi. Yogyakarta : *Gadjah Mada University Press* :163.
- Salazar MP., Gutierrez dan J.R Gasga. 2003. Microhardness and chemical composition of human tooth. *Material Research* 6 (3) : 367-373.
- Lussi A., S. Scharer dan. T.Jaeggi. 1995. Predition of the erosive potential of some beverages. *Caries Res* 29: 349.
- Lussi A dan Featherstone JDB. 2006. Understanding the chemistry of dental erosion. *Monogr Oral Science* 20 : 66-76.
- Wang YL., CC. Chang, CW. Chi, HH. Chang, YC. Chiang, YC. Chuang, HH. Chang, GF. Huang, YS. Liao dan CP. Lin. 2014. Erosive potential of soft drink on human enamel: An in vitro study. *Journal of the Formosan Medical Association* 113: 850-856.
- Prasetyo EA. 2005. Keasaman minuman ringan menurunkan kekerasan permukaan gigi (Acidity of soft drinks decrease the surface hardness of tooth). *Majalah kedokteran Gigi* 38(2) : 60-63.
- Devlin H., MA. Bassiouny dan D. Boston. 2006. Hardness of enamel exposed to coca-cola and artificial saliva. *Journal of Oral Rehabilitation* 33: 26-30.
- Nastiti AH. 2012. Kekerasan permukaan resin komposit hybrid setelah direndam dalam minuman energi pH asam. *Universitas Airlangga*



## ANDALAS DENTAL JOURNAL

Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Andalas

Jalan Perintis Kemerdekaan No. 77 Padang, Sumatera Barat

Web: [adj.fkg.unand.ac.id](http://adj.fkg.unand.ac.id) Email: [adj@dent.unand.ac.id](mailto:adj@dent.unand.ac.id)

- Hasselkvist A., Johansson A dan Johansson A-K. 2009. Dental erosion and soft drink consumption in Swedish children and adolescents and the development of a simplified erosion partial recording system. *Swedish Dental Journal*. 34(4): 187-195.
- Marshall TA., Levy SM., Broffitt B., Warren JJ., Eichenberger-GJM dan Burns TL. 2003. Dental caries and beverage consumption in young children. *Pediatrics*. 112(3):e184-e191.
- Guitierrez SMP dan Reyes GJ. 2001. Enamel hardness and caries susceptibility in human teeth. *Rev. Latinoam. Metal. Mater* 21(2):36-40.
- Shetty S., Hedge MN dan Bopanna TP. 2014. Enamel Remineralization assessment after treatment with three different remineralizing agents using surface microhardness : An in vitro study. *Journal of Conservative Dentistry* 17(1):49.
- Amaechi BT dan SM. Higham.2001. eroded enamel lesion remineralisation by saliva as a possible factor in site-specificity of human dental erosion. *Archives of Oral Biology* 46 : 697-703
- Neel EAA., Aljabo A., A. Strange, S. Ibrahim, Melanie C., Anne M.Y., L. Bozec dan Vivek M. 2016. Demineralization–reminalization dynamics in teeth and bone. *International Journal of Nanomedicine* 11: 4743-4762.
- Zhang Y., Arsecularatne JA dan Hoffman M. 2015. The effects of three different food acids on attrition-corrosion wear of human dental enamel. *Journal of Physics D-Applied Physics* 48.
- Nozari A., Rahmati A., Shamsaei Z., Pour HA., Layeghnejad MK dan Zamaheni S. 2015. Destructive effects of citric acid, lactic acid and acetic acid on primary enamel microhardness. *J Dent Sch* 33(1): 66-73.
- Koulourides T., Cueto H., dan Pigman W. 1961. Rehardening of softened enamel surfaces of human teeth by solutions of calcium phosphate. *Nature* 189:226-227
- West NX., JA. Hughes dan M. Addy. 2001. The effect of pH on the erosion of dentine and enamel by dietary acids *in vitro*. *Journal of Oral Rehabilitation* 28:860-864
- Wongkhantee S., V. Patanapiradej., C Maneenut dan D. Tantbirojn. 2005. Effect of acidic food and drinks on surface hardness of enamel, dentine, and tooth-coloured filling materials. *Journal of Dentistry* 34:214-220.
- Ehlen LA., TA. Marshall, F. Qian, JS Wefel dan JJ. Warren. 2008. Acidic beverages increase the risk of in vitro tooth erosion. *Nutr Res* 28(5): 299-303.
- Torres CP., MA. Chinelatti, JMG. Silva, FA. Rizoli, MAHM. Oliveira, RGP Dibb, MC. Borsato. 2010. Surface and subsurface erosion of primary enamel by acid beverages over time. *Braz Dent J* 21(4):337-345.