

PERBEDAAN KEKERASAN PERMUKAAN EMAIL GIGI SETELAH PERENDAMAN DALAM BERBAGAI MINUMAN ENERGI

Danica Anastasia*, Rita Nelly Octaviani**, Rinda Yulianti***

*Departemen Konservasi Gigi, Program Studi Kedokteran Gigi, Universitas Sriwijaya, Palembang

**Program Studi Kedokteran Gigi, Universitas Sriwijaya, Palembang

***RS Khusus Gigi dan Mulut, Palembang

Korespondensi: Danica Anastasia, danicaanastasia@fk.unsri.ac.id

ABSTRAK

Latar belakang: email merupakan permukaan terluar jaringan keras gigi yang rentan terhadap serangan asam. Komposisi minuman yang banyak mengandung asam dapat mempercepat kerusakan pada permukaan gigi. Minuman berenergi merupakan salah satu minuman yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat untuk meningkatkan energi. Minuman tersebut mengandung gula, asam sitrat dan mempunyai pH rendah yang dapat menyebabkan demineralisasi pada email gigi. Demineralisasi yang terjadi terus menerus akan membentuk porositas pada permukaan email dan larutnya mineral kalsium serta berpotensi terjadinya erosi gigi yang akhirnya akan menyebabkan penurunan kekerasan permukaan email. **Tujuan:** penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan kekerasan permukaan email gigi setelah direndam dalam berbagai minuman berenergi. **Metode:** tiga puluh dua gigi premolar rahang atas dibagi menjadi empat kelompok. Kekerasan email gigi (*pretest*) diukur menggunakan alat *Vickers Hardness Tester* dan *Zoom Stereo Mikroskop*. Kelompok pertama (kontrol) direndam dalam *Aqua*[®] pH 7,36, kelompok kedua direndam dalam minuman energi *Redbull*[®] pH 3,32, kelompok ketiga direndam dalam minuman *Monster*[®] pH 3,30 dan kelompok keempat direndam dalam minuman *Rockstar*[®] pH 2,71 selama 24 jam. Kekerasan email gigi kemudian diukur kembali (*posttest*). **Hasil:** data diuji secara statistik menggunakan uji *oneway ANOVA* dan *post hoc LSD*. Hasil uji *oneway ANOVA* pada *pretest* menunjukkan tidak ada perbedaan kekerasan permukaan email gigi yang signifikan. Hasil uji *oneway ANOVA* pada *posttest* menunjukkan terdapat perbedaan kekerasan permukaan email gigi yang signifikan. Hasil uji *post hoc LSD* menunjukkan terdapat perbedaan kekerasan email gigi yang signifikan pada semua kelompok. **Kesimpulan:** terdapat perbedaan kekerasan permukaan email gigi setelah perendaman dalam berbagai minuman energi.

Kata kunci: demineralisasi, erosi gigi, email, minuman berenergi

ABSTRACT

Background: tooth enamel is the hard, outer surface layer of teeth that susceptible to acid. The composition of the acidic drink accelerates damage of the tooth surface. Energy drinks are one of the many drinks consumed by people in order to increase energy. It contains sugar, citric acid and has a low pH that can cause demineralization of tooth enamel and if happen continuously it will form porosity on the enamel surface that can cause the dissolution of calcium and potentially occurrence of tooth erosion, eventually will decrease the surface hardness. **Purpose:** this study aims to determine the difference of tooth enamel surface hardness after immersed in energy drinks. **Method:** thirty-two maxillary premolar teeth were divided into four groups. Tooth enamel hardness (*pretest*) was measured using *Vickers Hardness Tester* and *Zoom Stereo Microscope*. The first group (control) was immersed in *Aqua*[®] pH 7.36, the second group in *Redbull*[®] energy drink pH 3,32, the third group in *Monster*[®] energy drink pH 3,30 and the fourth group in *Rockstar*[®] energy drink pH 2,71 for 24 hours. Enamel hardness was measured (*posttest*). **Result:** data were analyzed using one-way ANOVA and *post hoc LSD*. There was no significant differences among the groups at *pretest*, but there were statistically significant difference at *posttest* groups. *Post hoc LSD* showed that there were significant differences at *posttest* between all groups. **Conclusion:** there were differences of enamel surface hardness after immersed with energy drinks.

Keywords: demineralization, dental erosion, email, energy drinks

LATAR BELAKANG

Masyarakat yang hidup dalam lingkungan modern saat ini memiliki gaya hidup yang lebih bervariasi. Pada dasarnya setiap orang memerlukan suplai energi yang cukup untuk melakukan aktivitas sehari-hari. Energi ini dapat diperoleh dari makanan atau suplemen, seperti minuman berenergi.¹ Minuman berenergi merupakan suatu minuman yang mengandung kombinasi bahan “penambah tenaga” seperti taurin, ekstrak herbal dan vitamin B, kalori, dan kafein.² Minuman berenergi saat ini banyak dikonsumsi masyarakat dalam kehidupan sehari-hari.³ Penelitian mengenai peningkatan prevalensi minuman berenergi pun telah dilakukan oleh Oddy W. dkk (2009), pada penelitian ini ditemukan bahwa 28% anak berusia 12 sampai 14 tahun, 31% anak berusia 12 sampai 17 tahun, dan 34% anak berusia 18-24 tahun mengonsumsi minuman berenergi secara teratur setiap hari.⁴

Berbagai macam produk minuman berenergi baik lokal maupun luar negeri dapat dengan mudah dijumpai di pasar Indonesia. Menurut *Beverage Spectrum*, merek yang paling sering dikonsumsi adalah *Red bull*[®] sebesar 42,6%, *Monster*[®] sebesar 14,4%, dan *Rockstar*[®] sebesar 11,4%.² Ketiga merek minuman berenergi tersebut memiliki pH rata-rata di bawah 5,5 yaitu *Red bull*[®] pH 3,32, *Monster*[®] pH 3,30, dan *Rockstar*[®] pH 2,71.^{1,5} Minuman berenergi mengandung kadar gula tinggi, bersifat asam, dan memiliki pH rendah. Minuman berenergi yang mengandung asam sitrat terlalu tinggi dapat menyebabkan kerusakan email gigi dua kali lipat.⁶⁻¹⁰ Rytoma dkk (1988) melaporkan bahwa pH kritis 5,5 dapat menyebabkan penipisan email gigi. Makanan atau minuman asam yang berada di bawah pH 4 ternyata lebih berbahaya karena dapat menyebabkan erosi gigi.^{11,12}

Owens BM di tahun 2007 melakukan evaluasi kekerasan permukaan spesimen email gigi setelah perendaman dalam berbagai minuman. Hasilnya menunjukkan bahwa minuman energi *Redbull*[®] mengalami penurunan kekerasan permukaan email gigi yang besar.¹³ Penelitian yang telah dilakukan oleh Erdemir dkk (2016), menunjukkan bahwa minuman energi *Monster*[®] memiliki potensi menyebabkan penurunan kekerasan email gigi, karena memiliki pH rendah.¹⁴ Hasil penelitian lain yang dilakukan oleh Owens BM dkk (2014), menunjukkan bahwa kekerasan permukaan email gigi setelah direndam dengan minuman energi *Rockstar*[®] mengalami penurunan yang lebih besar.¹⁵

Berdasarkan uraian tersebut, dapat dibuat suatu rumusan masalah yaitu apakah terdapat perbedaan kekerasan permukaan email gigi setelah direndam dalam berbagai minuman berenergi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat perbedaan kekerasan permukaan email gigi setelah direndam dalam berbagai minuman berenergi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental murni dengan rancangan penelitian *pretest and posttest with control group design*. Subjek penelitian terdiri dari 32 buah gigi premolar rahang atas bebas karies, akar terbentuk sempurna, mahkota utuh dan telah diekstraksi tidak lebih dari 1 bulan. Gigi tersebut direndam dalam larutan salin (NaCl) selama 30 detik, lalu direndam di dalam akuades dan disimpan di dalam lemari pendingin dengan suhu 4°C selama 24 jam. Sampel kemudian dibagi menjadi empat kelompok, yaitu:

1. Kelompok A (kontrol): gigi direndam dalam air mineral *Aqua*[®] selama 24 jam.
2. Kelompok B: gigi direndam dalam minuman berenergi *Redbull*[®] selama 24 jam.
3. Kelompok C: gigi direndam dalam minuman berenergi *Monster*[®] selama 24 jam.
4. Kelompok D: gigi direndam dalam minuman berenergi *Rockstar*[®] selama 24 jam.

Pemilihan lama waktu perendaman ditentukan dengan perhitungan khusus. Durasi minuman berenergi per satu kali konsumsi dari hasil pengamatan adalah 1 menit.¹² Jadi, untuk melihat efek erosi pada konsumen yang rutin mengonsumsi minuman berenergi yaitu 4 kali sehari,⁶ didapat perhitungan sebagai berikut:

$1 \text{ menit} \times 4 \times 365 \text{ hari} = 1460 \text{ menit/tahun}$ $= \pm 24 \text{ jam/hari}$

Mahkota gigi dipotong dari akarnya sebatas *cemento email junction* (CEJ), kemudian ditanam dalam gips menggunakan cetakan berbentuk tabung dengan diameter 1 cm dan tinggi 1 cm dengan permukaan bagian bukal menghadap ke atas dan bagian bukal menonjol dari permukaan gips. Sampel yang telah ditanam tersebut kemudian dipoles dengan menggunakan kertas amplas 400, 1200 dan 1500 grit untuk mendapatkan permukaan yang rata. Bagian tengah setiap sisi gips diberi garis tanda dengan goresan pisau, untuk menentukan garis tengah dalam arah *cervico occlusal* sebagai pedoman jalur penelitian. Setiap sampel yang telah dibagi berdasarkan kelompoknya diberi tanda (nomor urut 1-8) pada bagian tengah gips, kemudian dilakukan pengukuran kekerasan permukaan email gigi dan dicatat menggunakan alat *micro vickers hardness tester* yaitu cetakan gips dijepit dengan permukaan bukal menghadap ke atas kemudian dijepit dengan alat penjepit pada meja alat *micro vickers hardness tester*.

Sampel diatur supaya berada tepat di tengah lensa objektif dan difokuskan dengan cara memutar pegangan yang ada pada kanan alat searah dengan jarum jam, setelah pada lensa okuler terlihat gambar dalam keadaan fokus, sampel dipindahkan dengan cara menggeser ke arah kanan sehingga tepat berada

di bawah *diamond penetrator*. Kemudian tombol *penetrator* ditekan, *diamond penetrator* akan turun yang ditandai dengan menyalnya lampu hijau, bila *diamond penetrator* telah menyentuh sampel, maka lampu merah akan menyala, setelah 30 detik, *diamond penetrator* akan naik lalu ditunggu sampai lampu padam. Sampel digeser kembali ke tempat lensa okuler dan difokuskan lagi, sehingga akan terlihat gambar belah ketupat yang merupakan bekas penekanan. Panjang diagonal diukur dengan mikrometer yang ada di lensa okuler. Hasil pengukuran panjang diagonal tersebut diambil rata-ratanya dan disesuaikan dengan tabel yang sudah ditetapkan dan dimasukkan ke dalam rumus:

$$VHN = \frac{1,854 \times P}{d^2}$$

Ket:

VHN = kekerasan sampel (kg/mm²)

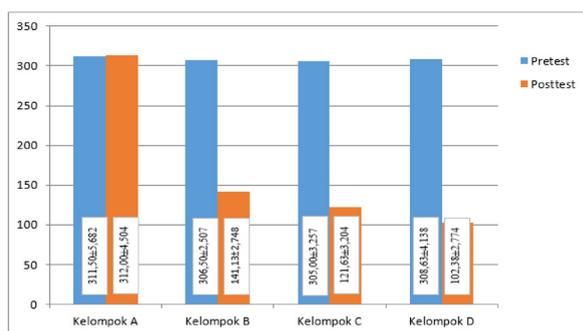
P = berat beban (100 gram)

d = panjang diagonal (1/1000 mm)

Sehingga didapatkan nilai kekerasan permukaan sampel yang telah dibagi berdasarkan kelompoknya, yaitu sebelum diberi perlakuan perendaman dan setelah diberi perlakuan perendaman selama 24 jam yang sebelumnya disimpan di dalam inkubator pada suhu 37°C.

HASIL PENELITIAN

Hasil pengukuran nilai awal kekerasan permukaan email gigi sebelum direndam dalam berbagai minuman berenergi (*pretest*) dan setelah direndam dalam berbagai minuman berenergi selama 24 jam (*posttest*) dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik nilai rata-rata kekerasan permukaan email gigi (VHN) dan standar deviasi (SD) sebelum dilakukan perendaman (*pretest*) dan setelah dilakukan perendaman selama 24 jam (*posttest*)

Gambar 1 menunjukkan nilai rata-rata kekerasan permukaan email gigi sebelum dilakukan perendaman dan setelah dilakukan perendaman dalam berbagai minuman berenergi selama 24 jam. Grafik kekerasan permukaan email gigi menunjukkan nilai kekerasan permukaan email gigi antar kelompok pada

pretest tidak berbeda jauh dengan rata-rata 307,91, sedangkan pada *posttest* nilai rata-rata kekerasan permukaan email gigi bervariasi dengan nilai terendah terdapat pada kelompok D yaitu 102,38, diikuti dengan kelompok C yaitu 121,63, kelompok B yaitu 141,13 dan kelompok A yaitu 312,00 VHN.

Uji homogenitas dilakukan dan diperoleh data yang homogen dan berdistribusi normal, selanjutnya dilakukan analisis dengan uji *oneway ANOVA* untuk mengetahui perbedaan rata-rata nilai kekerasan permukaan email gigi yang bermakna sebelum dilakukan perendaman dalam berbagai minuman berenergi (*pretest*) (Tabel 1). Uji *oneway ANOVA* juga dilakukan pada kelompok *posttest* untuk mengetahui perbedaan rata-rata nilai kekerasan permukaan email gigi yang bermakna setelah dilakukan perendaman dalam berbagai minuman berenergi (Tabel 2) dan dilanjutkan dengan uji *post hoc LSD* (Tabel 3).

Tabel 1. Uji *oneway ANOVA* pada *pretest*

	Sig.
<i>Between groups</i>	.169

Keterangan

Sig: *Significance*

Hasil uji *oneway ANOVA* pada *pretest* di Tabel 1 menunjukkan angka probabilitas sebesar 0,169 ($p > 0,05$), artinya bahwa tidak ada perbedaan kekerasan permukaan email gigi yang bermakna sebelum dilakukan perendaman dalam berbagai minuman berenergi pada semua kelompok sampel.

Tabel 2. Uji *oneway ANOVA* pada *posttest*

	Sig.
<i>Between groups</i>	.000

Keterangan

Sig: *Significance*

Hasil uji *oneway ANOVA* pada *posttest* (Tabel 2) menunjukkan angka probabilitas 0.000 ($p < 0.05$), yang dapat diartikan bahwa terdapat perbedaan kekerasan permukaan email gigi yang bermakna.

Tabel 3 . Uji *post hoc LSD* pada *posttest*

	Kelompok A	Kelompok B	Kelompok C	Kelompok D
Kelompok A		0,000*	0,000*	0,000*
Kelompok B			0,000*	0,000*
Kelompok C				0,000*
Kelompok D				

Keterangan

*: ada perbedaan yang signifikan

Hasil uji *post hoc* LSD pada Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai probabilitas semua kelompok perendaman dalam minuman berenergi adalah $p = 0.000$. Hal ini berarti bahwa semua kelompok perendaman dalam berbagai minuman berenergi memiliki perbedaan rata-rata penurunan kekerasan permukaan email gigi yang bermakna ($p < 0.05$).

PEMBAHASAN

Kerusakan yang terjadi pada permukaan email gigi seperti erosi dapat disebabkan oleh asam yang terdapat di dalam makanan atau minuman. Erosi gigi dapat menyebabkan hilangnya struktur email gigi secara perlahan-lahan. Bila permukaan email gigi menghilang dan terjadi secara terus-menerus akan menyebabkan tubulus dentin terbuka karena telah terdemineralisasi dan pulpa akan mengalami inflamasi, sehingga dapat menimbulkan rasa sakit.¹ Sampel yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari 32 gigi premolar rahang atas bebas karies, akar terbentuk sempurna, mahkota utuh dan telah diekstraksi tidak lebih dari satu bulan. Kriteria sampel yang digunakan dalam penelitian ini sesuai dengan standar internasional ISO 29022:2013 yaitu gigi yang telah diekstraksi tidak boleh digunakan lebih dari 6 bulan.

Sampel yang terdiri dari 32 gigi premolar rahang atas tersebut sebelum dilakukan pengukuran nilai VHN, sampel direndam terlebih dahulu dalam larutan salin selama 30 detik untuk membersihkan permukaan gigi dari sisa-sisa jaringan lunak. Sampel tersebut kemudian disimpan di dalam lemari pendingin selama 24 jam untuk menjaga kekuatan email gigi. Penelitian ini menggunakan berbagai minuman berenergi yaitu *Redbull*[®], *Monster*[®], *Rockstar*[®], dan sebagai kelompok kontrol digunakan air mineral *Aqua*[®]. Hasil pengukuran ulang yang dilakukan untuk mengukur nilai pH masing-masing minuman yang diuji pada tabel 2, diketahui bahwa air mineral *Aqua*[®] memiliki pH 7,36, *Redbull*[®] memiliki nilai pH 3,32, *Monster*[®] pH 3,30, dan *Rockstar*[®] pH 2,71. Hasil ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Reddy dkk (2016).⁵ Berdasarkan hasil pengukuran nilai pH masing-masing minuman berenergi diketahui bahwa minuman berenergi *Rockstar*[®] memiliki nilai pH paling rendah dibandingkan minuman berenergi *Redbull*[®] dan *Monster*[®]. Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Owens BM dkk (2007), yang menunjukkan bahwa minuman *Rockstar*[®] memiliki nilai pH rendah dapat menyebabkan kekerasan permukaan email gigi berkurang.¹³

Kekerasan merupakan kemampuan suatu material untuk menahan deformasi plastis, goresan atau abrasi karena penetrasi.¹⁴ Kekerasan email gigi merupakan salah satu indikator kelemahan gigi terhadap demineralisasi yang dapat dipengaruhi oleh makanan atau minuman yang dikonsumsi sehari-hari. Pada Gambar 1 nilai rata-rata kekerasan permukaan

email gigi hasil pengukuran sebelum dilakukan perendaman dalam berbagai minuman berenergi berkisar antara 300-320 VHN. Hasil ini sesuai dengan penelitian Erdemir (2016) yang melaporkan bahwa rata-rata kekerasan permukaan email gigi berkisar antara 263-327 VHN.¹⁴ Penelitian yang telah dilakukan oleh Jeong dkk (2014), menunjukkan bahwa kekerasan permukaan email gigi mengalami penurunan setelah direndam dalam minuman berenergi.¹ Hasil penelitian pada Gambar 1 juga menunjukkan adanya penurunan nilai kekerasan permukaan email gigi yang signifikan antara sampel yang direndam dalam berbagai minuman berenergi selama 24 jam.

Uji *oneway ANOVA* pada Tabel 2 membuktikan bahwa semua kelompok perendaman dalam berbagai minuman berenergi memiliki perbedaan rata-rata penurunan kekerasan permukaan email gigi yang bermakna ($p < 0.05$). Uji *post hoc* LSD pada Tabel 3 menunjukkan terdapat perbedaan penurunan kekerasan permukaan email gigi setelah perendaman dalam berbagai minuman berenergi. Hal ini disebabkan karena berbagai minuman berenergi memiliki nilai pH rendah dan minuman berenergi *Redbull*[®] memiliki nilai pH 3,32, *Monster*[®] 3,30 dan *Rockstar*[®] 2,71. Masing-masing minuman berenergi tersebut memiliki nilai pH di bawah pH kritis email (pH 5.5), namun minuman pada kelompok D yaitu minuman berenergi *Rockstar*[®] memiliki nilai pH paling rendah sehingga mempunyai potensi erosi yang lebih besar terhadap email gigi dibandingkan minuman berenergi *Redbull*[®] dan *Monster*[®]. Peran pH pada demineralisasi yaitu pada pH 5,5, hidroksiapatit reaktif terhadap ion hidrogen yang terdapat pada asam. H^+ bereaksi dengan grup fosfat yang terdapat pada permukaan email. Proses ini dapat digambarkan sebagai berubahnya PO_4^{3-} menjadi HPO_4^{2-} dengan bertambahnya ion H^+ . HPO_4^{2-} tidak dapat berikatan dengan struktur hidroksiapatit yang normal karena berpotensi erosi dibandingkan dengan minuman dengan pH yang lebih tinggi.¹⁰ Hasil ini juga mendukung penelitian yang dilakukan oleh Prasetyo (2005) yang menyatakan bahwa jika hidroksiapatit berkontak dengan minuman yang mempunyai pH di bawah pH kritis 5.5 maka dapat menyebabkan larutnya mineral email gigi dan memengaruhi kekerasan permukaan gigi sehingga menyebabkan kekerasan permukaan email gigi berkurang.¹²

Minuman berenergi pada kelompok D yaitu *Rockstar*[®] memiliki kandungan asam yang lebih banyak dibandingkan kelompok lainnya sehingga mempunyai potensi erosi yang lebih besar terhadap email gigi dibandingkan kelompok B dan kelompok C. Hal ini disebabkan asam pada minuman memiliki kemampuan mengikat mineral apatit (*chelator*) seperti kalsium yang mengakibatkan hidroksiapatit terurai menjadi ion Ca^{2+} , PO_4^{3-} , dan OH^- . Jumlah ion kalsium yang larut dalam saliva akan sebanding dengan kalsium yang keluar dari saliva dan disimpan dalam email gigi. Jika pH asam, keseimbangan tadi akan terpengaruh sehingga lebih

banyak ion yang keluar daripada yang masuk. Saliva merupakan faktor yang memegang peranan penting dalam rongga mulut karena saliva berfungsi sebagai *buffer* untuk menetralkan asam serta mengandung kalsium dan fosfat yang dapat membantu proses remineralisasi. Selain kalsium dan fosfat, saliva juga mengandung mineral lain yaitu fluor. Fluor pada saliva dapat menggantikan ion hidroksil pada hidroksiapatit menjadi fluoroapatit yang mempunyai pH kritis lebih rendah dari hidroksiapatit yaitu 4,5 sehingga lebih tahan terhadap serangan asam dibandingkan dengan hidroksiapatit. Tanpa saliva, efek minuman asam terhadap permukaan gigi akan lebih merusak.¹²

Penurunan kekerasan permukaan email gigi selain disebabkan oleh pH yang rendah, juga disebabkan oleh kandungan jenis asam dalam minuman berenergi. Minuman berenergi pada kelompok B (*Redbull*[®]) mengandung satu jenis asam yaitu asam sitrat. Minuman berenergi pada kelompok C (*Monster*[®]) mengandung dua jenis asam yaitu asam sitrat dan asam benzoat, sedangkan minuman berenergi pada kelompok D (*Rockstar*[®]) mengandung tiga jenis asam yaitu asam sitrat, asam benzoat dan asam askorbat. Pada penelitian ini tidak dilakukan pengukuran pH dan nilai konsentrasi dari berbagai jenis asam terutama asam sitrat yang terdapat di dalam berbagai jenis minuman berenergi tersebut.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan kekerasan permukaan email gigi setelah direndam dalam berbagai minuman berenergi selama 24 jam. Kelompok minuman berenergi merek *Rockstar*[®] memiliki nilai pH paling rendah dibandingkan dengan minuman berenergi merek *Redbull*[®] dan *Monster*[®].

Pada penelitian ini tidak dilakukan pengukuran konsentrasi asam yang terkandung dalam minuman energi yang digunakan, oleh sebab itu dapat dilakukan pengukuran konsentrasi dan pH asam tersebut lebih dahulu untuk penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Jeong M-J, Jeong S-J, Son J-H, Chung S-K, Kim A-R, Kang E-J, et al. A Study on the Enamel Erosion Caused by Energy Drinks. *J Dent Hyg Sci*. 2014 Dec 31;14:597–609.
2. Heckman MA, Sherry K, Mejia E. Energy Drinks: An Assessment of Their Market Size, Consumer Demographics, Ingredient Profile, Functionality, and Regulations in the United States. *Compr Rev Food Sci Food Saf*. 2010 Apr 29;9:303–17.
3. Bamise CT, Kolawol KA, Oloyede EO. The Determinants and Control of Soft Drinks-Induced Dental Erosion. *Rev Clin Pesq Odontol*. 2009 Jan 1;5:141–54.
4. Oddy W, O'Sullivan T. Energy Drinks for Children and Adolescents. *BMJ*. 2009 Dec 15;339:b5268.
5. Reddy A, Norris DF, Momeni SS, Waldo B, Ruby JD. The pH of Beverages in The United States [Internet]. Elsevier; 2016 Apr 1;147(4):255–63. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ada.2015.10.019>
6. Jain P, Hall-May E, Golabek K, Agustin MZ. A Comparison of Sports and Energy Drinks--Physicochemical Properties and Enamel Dissolution. *Gen Dent*. 2012;60(3):190–9.
7. Cavalcanti AL, Costa Oliveira M, Florentino VG, dos Santos JA, Vieira FF, Cavalcanti CL. Short Communication: In vitro Assessment of Erosive Potential of Energy Drinks. *Eur Arch Paediatr Dent* [Internet]. 2010;11(5):253–5. Available from: <https://doi.org/10.1007/BF03262757>
8. Lussi A, von Salis-Marincek M, Ganss C, Hellwig E, Cheaib Z, Jaeggi T. The Erosive Potential of Soft Drinks on Enamel Surface Substrate: An In Vitro Scanning Electron Microscopy Investigation. *Caries Res*. 2012;46(6):507–12.
9. Ballistreri MC, Corradi-Webster CM. Consumption of Energy Drinks Among Physical Education Students. *Rev Lat Am Enfermagem*. 2008;16 Spec No:558–64.
10. Lussi A, Megert B, Shellis RP, Wang X. Analysis of The Erosive Effect of Different Dietary Substances and Medications. *Br J Nutr*. 2012 Jan;107(2):252–62.
11. Rytomaa I, Meurman JH, Koskinen J, Laakso T, Gharazi L, Turunen R. In Vitro Erosion of Bovine Enamel Caused By Acidic Drinks and Other Foodstuffs. *Scand J Dent Res*. 1988 Aug;96(4):324–33.
12. Prasetyo EA. Keasaman Minuman Ringan Menurunkan Kekerasan Permukaan Gigi (Acidity of Soft Drink Decrease The Surface Hardness of Tooth). *Maj Ked Gigi (Dent J)*. 2005;38(2):60–3.
13. Owens BM, Kitchens M. The Erosive Potential of Soft Drinks on Enamel Surface Substrate: An In Vitro Scanning Electron Microscopy Investigation. *J Contemp Dent Pract*. 2007 Nov;8(7):11–20.
14. Erdemir U. Effects of Energy and Sports Drinks on Tooth Structures and Restorative Materials. *World J Stomatol*. 2016 Jan 1;5:1.
15. Owens BM, Mallette JD PJ. Effects of Carbonated Cola Beverages, Sports and Energy Drinks and Orange Juice on Primary and Permanent Enamel Dissolution. *Austin J Dent*. 2014;1(1):1–7.