

Pengaruh peningkatan konsentrasi sukrosa dalam diet terhadap kadar kalsium gigi tikus wistar

(The effect of increasing sucrose concentration in diet toward the content of calcium in tooth of wistar rats)

Christian Khoswanto dan Istiati Soehardjo
Bagian Biologi Oral
Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga
Surabaya - Indonesia

ABSTRACT

Sweet represents the quality of taste pleased by human beings since the birth. However, if the consumption of sucrose in the diet is excessive, it can change the calcium balance of the body. The aim of this study was to know the effect from the increased sucrose concentration toward the content of calcium in tooth of wistar's rats. The experiment used 21 days-age of male wistar rats with body weight from 45 to 50 grams. They were divided into four groups, and each group consisted of 8 rats. Group I got 15% sucrose diet, group II 30%, group III 43% and group IV as a standard diet. Six weeks after treatment, these rats were anesthetized with ether and killed then by decapitation. The lower incisor was separated from jaw, the mass of each fraction was weighted. Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) in mg/g was used to determine the concentration of calcium in wistar's tooth. One Way Anava test indicated that there were significant differences between group of treatment and the content of calcium in tooth ($P < 0.05$). Tukey-HSD (Honestly Significance Difference) test indicated that there was a significant difference at group diet of sucrose 43% in tooth. It was concluded that the increased concentration of sucrose in diet could affect the decreased content of calcium in tooth of wistar rats.

Key words: *sucrose, calcium*

Korespondensi (*correspondence*): Christian Khoswanto, Bagian Biologi Oral, Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga. Jln. Mayjen. Prof. Dr. Moestopo No. 47 Surabaya 60132, Indonesia.

PENDAHULUAN

Berbagai macam kelainan dapat terjadi di dalam rongga mulut dengan faktor etiologi yang berbeda. Faktor etiologi dapat berasal dari luar dan dalam tubuh, baik bersifat lokal, maupun sistemik serta herediter. Kelainan di dalam rongga mulut dapat terjadi pada setiap bagian antara lain, mukosa, jaringan penyangga dan gigi. Salah satu kelainan di rongga mulut yang melibatkan gigi dapat mengenai lapisan enamel atau dentin. Gangguan dapat terjadi baik pada saat proses pembentukan maupun pertumbuhan gigi, dan bersifat individual. Gangguan pada pertumbuhan dapat menyebabkan gigi menjadi sensitif terhadap berbagai rangsangan. Berbagai kelainan yang dapat terjadi dalam proses pertumbuhan gigi meliputi: *Amelogenesis Imperfecta*, *Dentinogenesis Imperfecta*, *Osteogenesis Imperfecta*, dan Hipokalsifikasi gigi.¹

Kebutuhan tubuh terhadap karbohidrat diperlukan karena fungsinya sebagai penghasil energi. Kalori yang diperlukan oleh tubuh terutama dihasilkan dari sintesis karbohidrat, lemak, dan protein. Karbohidrat disakarida berfungsi sebagai pemanis dalam makanan. Rasa manis merupakan salah satu kualitas kecapan yang disukai manusia sejak lahir. Jika seorang bayi atau anak kecil diberi

pilihan dari berbagai rasa (manis, pahit, asin dan asam), maka rasa manis akan selalu menjadi pilihan utama.²

Di Indonesia umumnya 70–80%, bahkan lebih dari 80% dari seluruh energi untuk keperluan tubuh berasal dari karbohidrat. Semakin rendah tingkat ekonomi, maka semakin tinggi persentasi energi yang berasal dari karbohidrat, karena energi dari karbohidrat termasuk yang paling murah. Masyarakat yang mengalami tingkat kemajuan ekonomi, akan menunjukkan pergeseran asupan dari karbohidrat ke arah lemak dan protein. Di negara dengan masyarakat yang mempunyai tingkat ekonomi tinggi, jumlah energi dalam makanan yang berasal dari karbohidrat dapat mencapai 40–50%.²

Sukrosa merupakan karbohidrat yang tersusun dari dua satuan monosakarida yang dipersatukan oleh suatu hubungan glikosida dari karbon satu ke suatu OH satuan lain. Sukrosa dicerna oleh sistem pencernaan jauh lebih cepat dibanding polisakarida atau kompleks karbohidrat. Diet sukrosa dilaporkan dapat menyebabkan hiperkalsiuria pada manusia.³⁻⁵ Gangguan pertumbuhan dentin yang diakibatkan oleh efek diet tinggi sukrosa berupa terbentuknya penipisan lapisan dentin.⁶ Telah dilaporkan bahwa konsumsi sukrosa dengan kadar yang tinggi dapat menyebabkan kerapuhan dari tulang femur dan tulang tibia

dari hewan coba.⁷ Gigi merupakan suatu jaringan yang menyerupai tulang, baik dalam komposisi, asal embriologi, sifat kimia maupun sifat fisiknya.⁸ Garam gigi, seperti juga pada tulang, mengandung hidroksiapatit yang bergabung dengan karbonat yang telah diabsorpsi dan berbagai ikatan ionik bersama-sama dengan bahan kristal yang keras. Tulang dan gigi terdiri atas matriks organik yang diperkuat oleh endapan garam kalsium, sebagai komposisi utama bahan anorganik. Garam kristal yang diendapkan dalam tulang dan gigi dikenal sebagai hidroksiapatit, dengan kandungan terbanyak adalah kalsium.⁹

Pada kondisi terjadi penurunan konsentrasi kalsium cairan ekstraseluler di bawah normal, maka sistem endokrin bekerja untuk mempertahankan homeostasis kalsium. Pelepasan hormon paratiroid untuk mempertahankan konsentrasi kalsium, bekerja langsung pada tulang dan gigi dengan cara meningkatkan resorpsi garam tulang dan gigi, hal ini menyebabkan terjadi pelepasan sejumlah kalsium ke dalam cairan ekstraseluler untuk mengembalikan kadar kalsium kembali normal. Bila keadaan ini terjadi secara terus menerus, maka komposisi konsentrasi kalsium pada gigi dan tulang akan terganggu. Oleh karena itu jika konsentrasi kalsium terus menerus rendah dalam cairan ekstraseluler, dalam jangka waktu yang panjang akan menimbulkan gangguan pada gigi dan tulang.^{9,10}

Berdasarkan uraian di atas timbul permasalahan apakah peningkatan konsentrasi sukrosa dalam diet akan menyebabkan pengurangan kadar kalsium gigi tikus wistar. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh dari peningkatan konsentrasi sukrosa dalam diet terhadap kadar kalsium gigi tikus wistar.

BAHAN DAN METODE

Subyek penelitian terdiri dari 32 ekor tikus wistar jantan berusia 21 hari, berat badan 45–50 gram, yang dibagi menjadi 4 kelompok, masing-masing kelompok terdiri dari 8 ekor tikus wistar. Kelompok I, merupakan kelompok perlakuan dengan diet sukrosa 15%, kelompok II mendapat sukrosa 30%, kelompok III mendapat sukrosa 43% dan kelompok IV merupakan kelompok kontrol dengan diet standar pakan wistar. Enam minggu kemudian tikus wistar didekapitasi, setelah sebelumnya di anestesi terlebih dahulu dengan *ether*. Rahang bawah diambil, kemudian dipisahkan dan dibersihkan. Gigi insisif rahang bawah yang bebas karies dipisahkan dari tulang. Masing-masing fraksi ditimbang beratnya dengan timbangan digital. Gigi didestruksi dengan asam kuat, dan fraksi yang diperoleh kemudian dilarutkan dalam asam nitrat dan perklorat dengan perbandingan 5 : 2 sebanyak 5 ml, setelah itu diencerkan dengan aquades sampai 50 ml, larutan dibiarkan selama 24 jam untuk menghilangkan senyawa organik dan sekaligus melepas ikatan unsur dalam senyawa yang berada dalam sediaan, sampai sempurna. Sediaan yang di dapat diukur absorpsinya dengan metode

Spektrofotometer Serapan Atom pada panjang gelombang yang sesuai, lebar celah dan api pembakar. Secara bersamaan diukur pula absorpsi dari larutan baku, kurva kalibrasi dibuat dari zat baku CaCO_3 . Penetapan kadar kalsium gigi tikus wistar dilakukan dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) *Varian Spectr AA 55* dalam mg/g berat sampel. Selanjutnya setelah didapat kadar kalsium gigi, dicari rata-rata dan standart deviasi dari masing-masing kelompok. Data yang diperoleh kemudian dilakukan uji statistik dengan *ANOVA*, jika terdapat perbedaan bermakna maka dilanjutkan dengan uji *Tukey-Honestly Significance Difference (HSD)* untuk mengetahui beda kemaknaan dari masing-masing kelompok.

HASIL

Dari penelitian yang telah dilakukan tentang pengaruh peningkatan konsentrasi sukrosa dalam diet terhadap kadar kalsium gigi tikus wistar, telah diperoleh data dari masing-masing kelompok. Rerata dan standart deviasi kadar kalsium gigi dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Rerata dan standart deviasi kadar kalsium gigi (mg/g)

X/SD	Kelompok I n = 8	Kelompok II n = 8	Kelompok III n = 8	Kelompok IV n = 8
X	116,30688	115,35475	113,7200	116,26650
SD	1,296981	1,083159	1,181164	1,053456

Keterangan: \bar{X} = rata-rata kadar kalsium gigi; SD = Standar Deviasi

Dari hasil uji distribusi, semua kelompok sampel berdistribusi normal. Hasil uji *ANOVA* satu arah (tabel 2) untuk kadar kalsium gigi didapatkan nilai $F_{\text{ratio}} = 8,750$ dan $p = 0,001$ ($p < 0,05$). Artinya paling tidak terdapat satu perbedaan bermakna di antara kelompok diet sukrosa. Untuk menentukan letak perbedaan tersebut, maka dilanjutkan dengan uji statistik *Tukey-HSD* pada tabel 3.

Tabel 2. Hasil uji *ANOVA* kadar kalsium gigi

SV	db	JK	RK	F	S
Antar kelompok	3	35,177	11,726	8,750	0,001
Dalam kelompok	28	37,522	1,340		
Total	31	72,699			

Keterangan: Uji *ANOVA* terdapat perbedaan signifikan bila $p < 0,05$.

SV = sumber variasi, db = derajat bebas, JK = jumlah kuadrat, RK = rerata kuadrat, F = harga F hasil analisis, S = $p =$ probabilitas

Tabel 3. Hasil uji *Tukey-HSD* beda kemaknaan kadar kalsium gigi masing-masing kelompok

Kelompok	K I	K II	K III	K IV
K I		NS	*	NS
K II			*	NS
K III				*

Keterangan: NS = *Non Significant*, (*) = *Significant*

Tabel 3 menunjukkan adanya perbedaan bermakna ($p < 0,05$) antara K I dan K III, K II dan K III, serta K III dan K IV. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi sukrosa 43% menyebabkan penurunan signifikan kadar kalsium gigi.

PEMBAHASAN

Gigi mempunyai fungsi untuk memotong, menggiling dan mencampur makanan yang dimakan selain fungsi estetik. Untuk dapat melaksanakan fungsi ini diperlukan gigi dan tulang rahang serta otot yang sehat, sehingga dapat menjalankan fungsinya dengan baik dalam jangka waktu yang lama. Gigi mempunyai kekuatan oklusi bagian depan sebesar 50–100 pon dan bagian belakang 150–200 pon. Mineral kalsium yang terdapat di dalam gigi menyebabkan mereka tahan terhadap daya kompresi, sedang serat kolagen menyebabkannya sangat tahan terhadap tegangan yang mungkin timbul sewaktu gigi berhubungan dengan benda padat. Mineral yang terdapat pada gigi, seperti pada tulang, mengandung hidroksiapatit yang akan bergabung dengan karbonat setelah diabsorpsi dalam berbagai ikatan ionik bersama-sama dengan bahan kristal yang keras, juga secara konstan akan diendapkan mineral baru, sedangkan mineral yang lama akan direabsorpsi dari gigi, seperti yang terjadi pada tulang.⁹

Pada penelitian ini semua tikus wistar diberikan makanan dan minuman secara *ad libitum* sehingga tidak ada kekurangan energi yang terjadi, karena wistar mengkonsumsi makanan sesuai dengan energi yang dibutuhkan. Tikus wistar diberikan perlakuan setelah selesai disapih, yakni pada usia 21 hari. Pada usia tersebut merupakan masa pertumbuhan yang cepat pada tulang dan gigi.^{11,12}

Beberapa peneliti berpendapat bahwa pembentukan dentin primer dapat dihambat oleh efek toksik proses metabolisme bakteri pada karies gigi. Pengurangan ketebalan pada pembentukan dentin ini memungkinkan terjadinya pengurangan mineral pada gigi, mengingat proses pengendapan mineralisasi gigi sudah mulai terjadi pada pembentukan dentin.^{13,14} Hasil pengamatan pada penelitian ini, pengurangan mineral pada gigi juga terjadi pada gigi yang bebas dari karies.

Pada penelitian peningkatan konsentrasi sukrosa 15%, 30%, dan 43% menunjukkan pengurangan kadar kalsium yang signifikan pada diet sukrosa 43% pada gigi tikus wistar. Oleh karena itu dapat dikatakan bahwa ada pengaruh efek sistemik yang berperan terhadap pengurangan kadar kalsium pada gigi, namun mekanismenya belum dapat dipastikan secara jelas. Beberapa peneliti beranggapan bahwa pengaruh yang ditimbulkan oleh sukrosa tersebut terjadi melalui perubahan ekskresi kalsium di urine baik pada manusia maupun hewan coba. Diduga kehilangan kalsium tersebut disebabkan oleh pengurangan pada reabsorpsi tubulus ginjal akibat meningkatnya insulin. Efek yang ditimbulkan

insulin terhadap ekskresi kalsium pada urine mempunyai hubungan yang linier, di mana semakin tinggi insulin dalam plasma, semakin banyak ekskresi kalsium yang terdapat pada urine.³⁻⁶

Respons sekresi insulin terhadap kenaikan konsentrasi glukosa darah menyebabkan timbul mekanisme untuk pengaturan konsentrasi glukosa darah, hal ini menyebabkan terjadi pengurangan konsentrasi glukosa darah sehingga kembali ke nilai normal. Sekresi insulin dapat bertambah sampai sepuluh kali lipat bila konsentrasi glukosa dalam darah meningkat dua kali lipat dari kadar normal puasa, jika hal tersebut berlangsung terus menerus dapat menyebabkan hiperinsulinemia dan resistensi insulin.^{9,15,16} Resistensi insulin tersebut akan mempengaruhi reabsorpsi tubulus ginjal, yaitu terjadi gangguan pada ginjal dengan akibat pengurangan reabsorpsi kalsium yang menyebabkan peningkatan ekskresi kalsium pada urine. Efek insulin tersebut merupakan efek langsung yang menghambat mekanisme transport kalsium ATPase pada ginjal. Kalsium ATPase berada pada basal lateral membran dari ginjal yang terlibat pada proses transport kalsium. Peningkatan kalsium di urine yang tinggi yang disebabkan oleh efek insulin akibat peningkatan konsentrasi sukrosa dalam diet menimbulkan risiko kehilangan kalsium dari gigi semakin tinggi. Melalui mekanisme umpan balik dimana pada keadaan terjadi penurunan kadar kalsium cairan ekstraseluler, maka sistem endokrin akan bekerja untuk mempertahankan homeostasis kalsium. Keadaan ini ditandai dengan pelepasan hormon paratiroid yang meningkat kemudian akan bekerja secara langsung pada gigi dan tulang dengan meningkatkan resorpsi kalsium, yaitu melalui cara mengabsorpsi kalsium pada gigi dan tulang, karena mineral gigi dan tulang merupakan tempat deposit kalsium dalam bentuk hidroksiapatit dengan kadar kalsium yang tinggi.⁴⁻⁶

Menurut Terada *et al.*¹⁷ kadar glukosa yang tinggi akibat diet tinggi sukrosa, menunjukkan efek langsung dalam menghambat pertumbuhan osteoblas, pada kultur osteoblas yang terpapar glukosa selama tujuh hari menunjukkan hambatan pada pertumbuhan sel osteoblas. Diduga glukosa menyebabkan penurunan jumlah *putrescine*, yang merupakan produk dari *ornitin decarboxylase (ODC)*. *Ornitin decarboxylase (ODC)* merupakan enzim yang mempunyai peran penting dalam pertumbuhan sel.

Efek merugikan sukrosa dalam diet dengan kadar 43% dalam waktu 6 minggu pada jaringan yang mengalami mineralisasi, ditunjukkan dengan pengurangan kadar kalsium yang signifikan pada gigi tikus wistar pada masa pertumbuhan. Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa peningkatan konsentrasi sukrosa dalam diet dapat menyebabkan penurunan kadar kalsium gigi tikus wistar. Oleh karena itu peneliti beranggapan bahwa pada proses mineralisasi gigi, yang terkait dengan pengurangan kadar kalsium merupakan fenomena yang juga dipengaruhi oleh pola diet seseorang.

DAFTAR PUSTAKA

1. Schuur AHB. Patologi gigi geligi. Yogyakarta: Gajah Mada University Press; 1988. p. 102–15.
2. Sediaoetama AD. Ilmu gizi untuk mahasiswa dan profesi. 4th ed. Jakarta: Dian Rakyat; 2000. p. 41–6.
3. Berthelay S, Hillier SY, Nguyen NU, Henriët MT, Dumoulin G, Haton D. Relations between oral glucose load and urinary elimination calcium and phosphorus in healthy men with normal body weight. *Nephrologie* 1984; 5: 205–7.
4. Holl MG, Allen LH. Sucrose ingestion, insulin response and mineral metabolism in humans. *J Nutr* 1987; 117: 1229–33.
5. Nguyen NU, Dumoulin G, Henriët MT, Regnard J. Effects of i.v. insulin bolus on urinary calcium and oxalate excretion in healthy subjects. *Horm Metab Res* 1998; 30: 222–6.
6. Huuononen S, Tjaderhane L, Larmas M. Greater concentration of dietary sucrose decrease dentin formation and increase the area of dentinal caries in growing rats. *J Nutr* 1997; 127: 2226–30.
7. Tjaderhane L, Larmas MA. High sucrose diet decrease the mechanical strength of bones in growing rats. *J Nutr* 1998; 128: 1807–10.
8. Vincent P. Fundamental of oral histology and embryology. 2nd ed. Philadelphia: Lea and Febiger; 1988. p. 165–70.
9. Guyton AC, Hall JE. Buku ajar fisiologi kedokteran. 9th ed. Jakarta: Buku Kedokteran EGC; 1997. p. 1038, 1241–53.
10. Greenspan FS, Baxter JD. Endokrinologi dasar dan klinik. 4th ed. Jakarta: Buku Kedokteran EGC; 2000. p. 290–9, 355–60.
11. Dempster DW, Lindsay R. Pathogenesis of osteoporosis. *Lancet* 1993; 341: 797–801.
12. Heaney RP. Nutritional factors in osteoporosis. *Annu Rev Nutr* 1993; 13: 287–316.
13. Kortelainen S, Larmas M. Effect of low and high fluoride levels on rat dental caries simultaneous dentine apposition. *Arch Oral Biol* 1990; 35: 229–34.
14. Hietala EL, Tjaderhane L, Larmas M. Dentin Caries recording with Schiff's reagent, fluorescence and backscattered electron image. *J Dent Res* 1993; 72: 1588–92.
15. Grimditch GK, Barnard RJ, Sternlicht E, Whitson RH, Kaplan SA. Effect of diet on insulin binding and glucose transport in rat sarcolemma vesicles. *Am J Physiol* 1987; 252: 420–5.
16. Linder MC. Nutritional biochemistry and metabolism. Appleton and Lange Co; 1991. p. 21–7.
17. Terada M, Inaba M, Yano Y, Hasuma T, Nishizawa Y, Morii H, Otani S. Growth-inhibitory effect of a high glucose concentration on osteoblast-like cells. *Bone* 1998; 22: 17–23.