

Analisis Peningkatan Remineralisasi Enamel Gigi setelah Direndam dalam Susu Kedelai Murni (*Glycine max* (L.) Merrill) Menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM)
(*The Analysis of Enamel Remineralization Increase in Pure Soy Milk (Glycine max (L.) Merrill) Immersion Using Scanning Electron Microscope (SEM)*)

Vievien Widyaningtyas, Yani Corvianindya Rahayu, Izzata Barid
Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember
e-mail korespondensi: vievien.widya@yahoo.com

Abstract

Pure soy milk has a high mineral content, they are calcium and phosphor. Both minerals are important mineral in enamel remineralization process. Remineralization is the return process of mineral teeth that has detached to back return be hidroxyapatite cristal enamel. This research was aimed to analyze the enamel remineralization increase after being immersed in pure soy milk (Glycine max (L.) Merrill). The type of this research is experimental laboratories with the post test control group design. The sampel of this research was first maxillary premolar which caries-free. The sample was divided into two groups (control and pure soy milk treatment) and each group had four samples. The sample immersion was incubated in 14 days by incubator in 37°C, control group was immersed in artificial saliva and the treatment group was immersed in pure soy milk. The analysis of enamel remineralization used Scanning Electron Microscope with remineralization indicator was the depth of enamel microporocity. The result of this research showed that the enamel tooth samples that was immersed in pure soy milk had less microporocity depth than the sample that was immersed in artificial saliva, with significance level 0.000 ($p < 0.005$). The conclusion of this research was pure soy milk can increase enamel remineralization.

Keywords: calcium, enamel microporocity, phosphor, pure soy milk, remineralization, SEM

Abstrak

Susu kedelai murni memiliki kandungan mineral yang tinggi, yaitu kalsium dan fosfor. Kedua mineral tersebut merupakan mineral penting dalam proses remineralisasi enamel gigi. Remineralisasi adalah proses kembalinya mineral gigi yang terlepas dan kembali membentuk kristal hidroksiapatit enamel. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis peningkatan remineralisasi enamel setelah direndam dalam susu kedelai murni (*Glycine max* (L.) Merrill). Jenis penelitian ini adalah eksperimental laboratoris dengan rancangan penelitian *the post test control group design*. Sampel penelitian yang digunakan adalah gigi premolar satu rahang atas yang bebas karies. Sampel dibagi menjadi dua kelompok perlakuan (kontrol dan perlakuan susu kedelai murni), dimana setiap kelompok terdapat empat sampel penelitian. Perendaman sampel dilakukan selama 14 hari di dalam inkubator dengan suhu 37°C, untuk kelompok kontrol direndam dalam saliva buatan dan kelompok perlakuan direndam dalam susu kedelai murni. Analisa remineralisasi enamel menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) dengan indikator remineralisasi yaitu kedalaman mikroporositas enamel. Hasil penelitian ini menunjukkan sampel yang direndam dalam susu kedelai murni memiliki kedalaman mikroporositas enamel yang lebih kecil dibandingkan dengan sampel yang direndam dalam saliva buatan dengan tingkat kemaknaan 0.000 ($p < 0.005$). Dapat disimpulkan susu kedelai murni dapat meningkatkan remineralisasi enamel gigi.

Kata kunci: fosfor, kalsium, mikroporositas enamel, remineralisasi, susu kedelai murni, SEM

Pendahuluan

Susu adalah minuman alamiah yang hampir sempurna kandungan gizinya serta sebagai sumber pemberi kehidupan setelah kelahiran [1]. Kandungan gizi yang sangat baik untuk kesehatan tubuh, menjadikan susu menjadi suatu konsumsi penting sehari-hari. Hal ini mengakibatkan adanya peningkatan kebutuhan susu hewani sehingga harga susu hewani semakin mahal. Selain itu, susu hewani dilaporkan dapat meningkatkan kadar kolesterol karena kandungan lemaknya yang cukup tinggi. Beberapa kondisi seseorang juga terkadang mengakibatkan alergi terhadap susu hewani karena mengandung laktosa, sehingga diperlukan produk lain yang memiliki kandungan gizi seimbang seperti susu. Produk olahan yang memiliki kandungan seperti susu hewani atau sapi adalah sari kacang kedelai yang lebih dikenal masyarakat dengan susu kedelai [1].

Mineral terbanyak dalam susu kedelai adalah kalsium dan fosfor yang baik untuk remineralisasi tulang dan gigi [2]. Mineralisasi gigi dipengaruhi oleh pH saliva. Semakin rendah pH saliva, maka akan menyebabkan ion Hidrogen semakin meningkat sehingga dapat merusak ikatan hidroksiapatit pada gigi dan akan melarutkan kristal enamel. Hilangnya sebagian atau seluruh mineral enamel inilah yang disebut dengan demineralisasi. Demineralisasi yang parah akan menyebabkan terbentuknya spot putih hingga dapat mengakibatkan terjadinya karies gigi. Apabila demineralisasi terjadi secara terus menerus dalam waktu yang lama dan distimulasi oleh bakteri maka karies akan terjadi [3].

Suasana rongga mulut yang asam, normalnya akan menstimulasi buffer dalam saliva untuk menetralkan kembali pH saliva yang rendah. Meningkatnya pH saliva akan diikuti dengan proses remineralisasi. Remineralisasi merupakan sebuah proses dimana ion mineral kalsium dan fosfat kembali membentuk kristal hidroksi apatit pada enamel. Proses remineralisasi adalah proses penting yang memiliki pengaruh secara signifikan pada kekerasan dan kekuatan gigi [3].

Adanya bahan yang mengandung kalsium dan fosfor diharapkan remineralisasi gigi dapat terjadi [3]. Untuk itu adanya kandungan kalsium dan fosfor pada kacang kedelai diharapkan dapat meningkatkan proses remineralisasi. Untuk melihat hasil remineralisasi ini, alat yang akan digunakan adalah *Scanning Electron Microscope* (SEM) karena SEM memiliki kelebihan perbesaran obyektif yang mencapai dua juta kali sehingga mikroporositas enamel gigi dapat terlihat [4]. Berdasarkan uraian diatas penulis tertarik untuk mengetahui peningkatan remineralisasi enamel gigi setelah direndam dalam susu kedelai murni (*Glycine max* (L.) Merrill) dibandingkan dengan enamel yang tidak direndam dalam susu kedelai murni (*Glycine max* (L.) Merrill) dengan menggunakan *Scanning Electron*

Microscope (SEM). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisa peningkatan remineralisasi dengan mengukur kedalaman mikroporositas enamel gigi setelah direndam dalam susu kedelai murni (*Glycine max* (L.) Merrill) menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM).

Metode Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah *eksperimental laboratoris* dengan rancangan penelitian *the post test only control group design*. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Biologi Mulut Fakultas Kedokteran Gigi dan Laboratorium Farmasetika Fakultas Farmasi Universitas Jember.

Sampel yang digunakan adalah gigi premolar satu rahang atas yang bebas karies. Satu mahkota gigi dipotong menggunakan *separating disc* arah mesio-distal dan buko-palatal sehingga satu mahkota gigi terpotong menjadi empat sampel. Selanjutnya sampel dibagi menjadi dua kelompok perlakuan, yaitu kelompok kontrol dan kelompok perlakuan susu kedelai murni, dimana setiap kelompok perlakuan terdapat empat jumlah sampel.

Pembuatan susu kedelai murni cair adalah dengan menimbang 100 gram kedelai kering, dicuci dan direndam selama 8 jam untuk mempermudah proses pelepasan kulit ari dan melunakkan struktur selular agar memudahkan proses penggilingan. Setelah 8 jam, kulit ari dibuang dan dicuci kembali hingga bersih, kemudian blender kedelai dengan air 100 ml. Selanjutnya, dilakukan penyaringan ampas kedelai. Susu kedelai cair siap digunakan [5].

Prosedur perlakuan sampel adalah dengan melapisi seluruh permukaan sampel gigi dengan *nail varnish* kecuali pada bagian bukal dan palatal. Sampel kelompok kontrol dilakukan pengetsaan pada bagian bukal atau palatal dengan etsa asam 37% setelah itu direndam dalam saliva buatan. Pada kelompok perlakuan sampel dilakukan pengetsaan dan direndam dalam susu kedelai murni (*Glycine max* (L.) Merrill). Perendaman dilakukan selama 14 hari, dimana saliva buatan diganti setiap 24 jam sekali sedangkan susu kedelai murni diganti setiap 8 jam sekali. Pada hari ke-14, sampel diambil dan dicuci dibawah air mengalir sampai bersih kemudian potong sampel arah diagonal menggunakan *separating disc* untuk persiapan dilihat menggunakan SEM.

Kriteria Penilaian Sampel berdasarkan kedalaman mikroporositas enamel yang terjadi. Setiap lapang pandang dihitung rata-rata kedalaman mikroporositas enamel. Batas kedalaman mikroporositas enamel yang terdemineralisasi karena etsa asam selama 60 detik adalah 50 μm [6]. Hasil rata-rata kedalaman mikroporositas tiap spesimen menunjukkan derajat mineral yang masuk ke dalam mikroporositas enamel. Semakin kecil kedalaman mikroporositas, menunjukkan kalsium dan fosfor yang

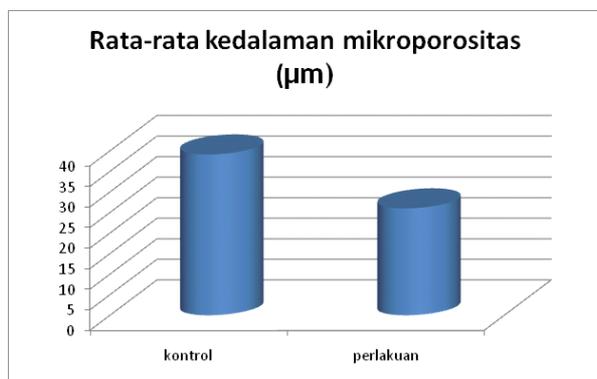
berasal dari kandungan susu kedelai terisi pada mikroporositas enamel, dengan demikian remineralisasi telah terjadi.

Hasil

Hasil penelitian diperoleh nilai rata-rata kedalaman mikroporositas dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel rata-rata kedalaman mikroporositas enamel gigi

	Kontrol	Perlakuan
Rata-rata	39,125 μm	26 μm



Grafik rata-rata pengukuran mikroporositas enamel tiap kelompok perlakuan.

Kelompok kontrol memiliki rata-rata kedalaman mikroporositas 39,125 μm , sedangkan kelompok perlakuan susu kedelai rata-rata kedalaman mikroporositas adalah sebesar 26 μm . Nilai rata-rata mikroporositas enamel kelompok kontrol lebih besar dibandingkan dengan kelompok perlakuan, dapat disimpulkan mineral yang masuk pada mikroporositas enamel kelompok perlakuan lebih besar dibandingkan dengan kelompok kontrol.

Berdasarkan hasil penelitian, dilakukan analisis data yang diawali dengan uji normalitas data menggunakan *Kolmogorov-Smirnov* dengan nilai signifikansi 0.737 ($p > 0.05$) sehingga data terdistribusi normal. Selanjutnya dilakukan uji *Levene Statistic* untuk mengetahui homogenitas data, nilai signifikansi uji adalah 0.248 ($p > 0.05$) sehingga data penelitian ini adalah homogen. Setelah diketahui data terdistribusi normal dan homogen dilanjutkan dengan uji *Independent T-Test*. Nilai tingkat kemaknaan uji *Independent T-Test* adalah 0.011 ($p < 0.05$) yang artinya terdapat perbedaan kedalaman mikroporositas enamel antar kelompok perlakuan.

Pembahasan

Penelitian ini bersifat eksperimental laboratoris yang bertujuan untuk menganalisis peningkatan

remineralisasi enamel gigi setelah diredam dalam susu kedelai murni (*Glycine max* (L.) Merrill) menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM). Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah gigi premolar satu rahang atas yang bebas karies. Lama pengamatan dilakukan selama 14 hari, karena proses remineralisasi enamel diperkirakan telah terjadi pada hari ke 14 [6],[7].

Sampel yang termasuk dalam kelompok kontrol dan kelompok perlakuan dilakukan demineralisasi dengan etsa asam fosfat 37% pada bagian bukal dan palatal gigi. Demineralisasi pada permukaan enamel akibat pengaruh asam akan menyebabkan terjadinya mikroporositas dengan kedalaman mencapai 50 μm [8]. Demineralisasi oleh etsa asam fosfor 37% selama 60 detik akan mengakibatkan inti prisma dan sebagian prisma bagian tepi hilang sehingga terjadi mikroporositas enamel. Hilangnya inti prisma enamel akan menyebabkan terjadinya ruang di tengah kristal hidroksiapatit. Akibatnya struktur prisma enamel menjadi tidak teratur dan kasar [9].

Demineralisasi asam fosfor akan mengakibatkan ion hidrogen berikatan dengan ion fosfat pada hidroksiapatit menjadi HPO_4^{2-} dimana ion tersebut tidak dapat seimbang dengan ikatan hidroksiapatit normal karena hidroksiapatit normal mengandung PO_4^{3-} dibandingkan dengan HPO_4^{2-} sehingga sebagian kristal hidroksiapatit enamel akan larut [6].

Selama empat belas hari sampel diredam berdasarkan pembagian kelompok, untuk kelompok kontrol sampel diredam dalam saliva buatan. Saliva buatan mengandung mineral antara lain kalium klorida, natrium klorida, magnesium klorida, dipotassium hydrogen orthofosfat, metal p-hidroksilbenzoat dan kalsium klorida [10]. Komponen anorganik ini sama dengan kandungan saliva normal, seperti Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , HCO_3^- dan fosfat.

Saliva buatan yang digunakan untuk perendaman sampel diganti setiap 24 jam sekali. Konsentrasi ion kalsium didalam saliva tidak terpengaruhi oleh perubahan-perubahan ion seperti Na^+ , K^+ dan ion Cl^- . Konsentrasi kalsium dipertahankan selama 24 jam untuk mencegah demineralisasi enamel gigi serta meningkatkan proses remineralisasi [11].

Berdasarkan hasil penelitian kelompok kontrol memiliki besar kedalaman mikroporositas enamel sebesar 39,125 μm . Pada hasil penelitian pada kelompok perlakuan yang diberi susu kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) selama 14 hari, rata-rata kedalaman mikroporositas enamel adalah 26 μm , dimana kedalaman mikroporositas kelompok perlakuan susu kedelai ini lebih kecil dibandingkan kelompok kontrol yang diredam dalam saliva buatan. Pada penelitian ini, masuknya mineral ke dalam mikroporositas enamel inilah yang disebut dengan remineralisasi enamel gigi.

Larutan yang mengandung ion fosfat dan kalsium dapat menyebabkan terjadinya remineralisasi.

Proses terjadinya remineralisasi enamel gigi adalah karena adanya ion kalsium dan fosfat yang berdifusi dari susu kedelai murni ke dalam mikroporositas enamel. Difusi ion fosfat dan kalsium dipengaruhi oleh viskositas larutan, viskositas larutan yang baik untuk remineralisasi adalah viskositas rendah untuk memungkinkan larutan melakukan penetrasi ke dalam mikroporositas enamel [6]. Pada awalnya mineral kalsium dan fosfor akan terdeposit pada lapisan permukaan mikroporositas, kemudian mineral difusi masuk ke dalam mikroporositas enamel [12]. Mineral yang masuk dapat berdifusi ke segala arah diantara kristal enamel kemudian diserap oleh *hypomineralized* enamel, yaitu enamel yang sebelumnya mengalami demineralisasi [13].

Remineralisasi dapat terjadi jika pH netral, terdapat ion Ca^{2+} dan PO_4^{3-} yang cukup pada lingkungan. Ion kalsium dan fosfat akan menghambat proses penguraian hidroksiapatit dan menyebabkan terjadinya *rebuilding* atau pembangunan kembali sebagian kristal hidroksiapatit yang larut. Mikroporositas yang disebabkan oleh karena etsa asam mengakibatkan enamel gigi memiliki energi tegangan permukaan yang tinggi sehingga memungkinkan mineral kalsium dan fosfor masuk ke dalam mikroporositas tersebut [9]. Mikroporositas enamel yang terjadi akan terisi kalsium dan fosfat, karena kandungan mineral susu kedelai adalah kedua ion tersebut, karena mikroporositas enamel hanya akan diisi dengan ion mineral yang memiliki jari-jari ionik yang sama dengan jari-jari ionik mineral yang hilang. Pergantian mineral pada mikroporositas enamel akan stabil hanya bila ion kalsium dan fosfor yang larut juga tergantikan dengan kedua ion tersebut [6].

Di dalam mikroporositas, ion kalsium dan fosfor akan meningkatkan derajat saturasi hidroksiapatit [14]. Derajat saturasi ini dipengaruhi oleh konsentrasi kalsium dan fosfor dalam lingkungan sekitar enamel. Semakin tinggi konsentrasi kalsium dan fosfor di lingkungan maka derajat saturasi akan semakin meningkat. Konsentrasi kalsium dan fosfat yang tinggi akan mengakibatkan presipitasi cepat mineral kalsium dan fosfat pada mikroporositas enamel. Presipitasi mineral kalsium dan fosfat ini akan mengakibatkan penutupan mikroporositas enamel [15] dan hal inilah yang disebut sebagai remineralisasi enamel [16].

Remineralisasi enamel tidak selalu dapat terjadi, dalam prosesnya selalu dipengaruhi oleh banyak hal, seperti waktu perendaman, supersaturasi larutan terhadap gigi, laju endapan reaktan dan pH larutan. Jika faktor tersebut tidak memenuhi maka remineralisasi enamel akan terhambat [6].

Berdasarkan uji *Independent T-Test*, hasilnya terdapat perbedaan tiap kelompok. Jika dibandingkan hasil pengukuran kedalaman mikroporositas enamel, kelompok kontrol memiliki kedalaman mikroporositas yang lebih besar dibandingkan dengan kelompok perlakuan susu kedelai murni, dengan demikian

mineral yang masuk ke dalam mikroporositas enamel kelompok perlakuan susu kedelai murni lebih besar dibandingkan kelompok kontrol dengan rata-rata selisih mineral yang masuk antara kedua kelompok tersebut adalah sebesar 13,125 μm .

Adanya perbedaan pada kelompok kontrol dan perlakuan dimungkinkan karena jumlah mineral yang terkandung didalam susu kedelai murni, yaitu kalsium dan fosfor lebih besar dibandingkan saliva buatan. Telah diketahui bahwa konsentrasi mineral dalam larutan juga ikut berperan penting dalam proses mineralisasi enamel, oleh karena itu remineralisasi yang terjadi lebih besar pada kelompok sampel yang direndam dalam susu kedelai murni. Menurut Rukmana (1997) kandungan kalsium dalam 100 gram biji kedelai adalah 196 mg yang setara dengan 19,6 gram, sedangkan kandungan fosfor dalam 100 gram biji kedelai adalah 506 mg yang setara dengan 50.6 gram [17]. Pada saliva buatan mengandung senyawa CaCl_2 yang mengandung ion kalsium sebesar 0,96 gram [18]. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa susu kedelai murni (*Glycine max* (L.) Merrill) dapat meningkatkan remineralisasi enamel.

Simpulan dan Saran

Kesimpulan dari hasil penelitian ini adalah remineralisasi enamel gigi yang direndam dalam susu kedelai murni (*Glycine max* (L.) Merrill) lebih besar daripada enamel yang tidak direndam dalam susu kedelai murni (*Glycine max* (L.) Merrill).

Saran dalam penelitian ini adalah susu kedelai murni (*Glycine max* (L.) Merrill) dapat menjadi suatu bahan alternatif alami remineralisasi enamel gigi, selain itu, perlu adanya pemeriksaan kedalaman etsa asam fosfor 37% sebelum dilakukan perlakuan dengan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) dan kadar mineral yang terkandung dalam enamel sebelum dan setelah penggunaan susu kedelai murni (*Glycine max* (L.) Merrill).

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada drg. Hj. Herniyati, M.Kes selaku Dosen penguji Ketua dan drg. Niken Probosari, M.Kes selaku Dosen Penguji Anggota atas kritik dan saran demi terselesaikannya penelitian ini.

Daftar Pustaka

1. Buckle. Ilmu Pangan. (diterjemahkan oleh: Hari Purnomo dan Adiono). Jakarta: Universitas Indonesia Press; 1987.
2. Yulia, Cica, Darningsih, Sri. Hubungan Kalsium dengan Ricketsia, Osteomalacia, dan Osteoarthritis. Bandung: Universitas

- Pendidikan Indonesia; 2009.
3. Alauddin, Sammel Shahrir. In Vitro Remineralization of Human Enamel with Bioactive Glass Containing Dentrifice Using Confocal Microscopy and Nanoindentation Analysis for Early Caries Defense. Tidak Diterbitkan. Tesis. Florida: Universitas Florida; 2004.
 4. Apriningtyaswati, Nisdian. Analisis Efek Pengaruh Biji Kakao (*Theobroma cacao L*) terhadap Ukuran dan Morfologi *Streptococcus mutans* Menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM). Tidak Diterbitkan. Skripsi. Jember: Universitas Jember; 2013.
 5. Cahyani. Kedelai Khasiat dan Teknologi. Jakarta: Bumi Aksara; 2007.
 6. Megantoro, Aryo. Pengaruh Xylitol terhadap Proses Remineralisasi Email: Analisis Kualitatif Struktur Permukaan Email Gigi Menggunakan SEM. Tidak Diterbitkan. Skripsi. Jakarta: Universitas Indonesia; 2008.
 7. Rokhmah, Azizah. Efek Pemberian Silika dari Limbah Sekam Padi (*Oryza sativa*) terhadap Proses Remineralisasi Enamel Gigi. Tidak Diterbitkan. Skripsi. Jember: Universitas Jember; 2010.
 8. Flaitz C.M & Hicks M.J. Role of the Acid-etch Technique in Remineralization of Caries-like Lesions of Enamel: a Polarized Light and Scanning Electron Microscopic Study. *ASDC J Dent Child*. 1994; 61(1): 21-28.
 9. Sintawati, Jureta. Soemartino, Sri Harini. Suharsini, Margaretha. Pengaruh Durasi Aplikasi Asam Fosfat 37% terhadap Kekuatan Geser Restorasi Resin Komposit pada Enamel Gigi Tetap. *Indonesian Journal of Dentistry*; 2008: 15(2): 97-103.
 10. Preetha, A dan Banerjee, R. Comparison of Artificial Saliva Substitutes. India; *Trend Biomater. Artif. Organs* [Internet]. 2005 Feb. [cited 2009 Jun 6]:18(2). Available from: <http://www.sbaoi.org>
 11. Amerongen, A.V. Niew. *Ludah dan Kelenjar Ludah Arti Penting bagi Kesehatan Gigi*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press; 1991.
 12. Cate & Tien, Jacob Martien. Remineralization of Enamel Lesion. A Study of The Physico-Chemical Mechanism. Tidak Diterbitkan. Disertasi. Belanda: Universitas Groningen; 2008.
 13. Barbakow F., Imfeld T., Lutz F. Enamel Remineralization: How to Explain it to Patients. *Journal of Preventive Dentistry Quintessence Internasional*. 1991 May; 22(5).
 14. Heyde, Mithra N., Moany, Anu. Remineralization of Enamel Subsurface Lesions with Casein Phosphopeptide-Amorphous Calcium Phosphate: A Quantitative Energy Dispersive X-ray Analysis Using SEM: An in Vitro Study. *J. Conservative Dentistry*. 2012 Jan; 15(1): 61-67.
 15. Godoy, Franklin Gracia & Hicks, M. John. Maintaining The Integrity of Enamel Surface. *The Journal of American Dental Association*. 2008; 139. 25s- 34s.
 16. Cury, Jaime Aparecido & Tenuta, Livia Maria Andalo. Enamel Remineralization: Controlling The Caries disease or Treting Early Caries Lesions. *Journal of Brazil Oral Health*. 2009 Jan; 23(1): 23-30.
 17. Rukmana, Rahmat. Kacang Hijau dan Budi Daya Pasca Panen. Yogyakarta: Kanisisus. 1997.
 18. Dikri, I., Slamet S. & Ira W. Kelarutan Kalsium pada Enamel setelah Direndam dalam Saliva Buatan pH 5,5 dan 6,5. *Maj. Ked. Gigi. (Dent.J.)*. 2003 Jan; 36(1): 7 – 10.