

## Effect of Soaking in Chicken Eggshell Solution on Tooth Enamel Hardness Pengaruh Perendaman Larutan Cangkang Telur Ayam Ras terhadap Kekerasan Enamel Gigi

Mila D. Yurisyah, Diah A. Purbaningrum, Donna Hermawati, Gloria Fortuna

Program Studi Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia

Email: [donnahermawati@yahoo.com](mailto:donnahermawati@yahoo.com)

Received: April 13, 2022; Accepted: June 24, 2022; Published online: July 1, 2022

**Abstract:** Eggshell is one of the natural wastes which if not treated properly can cause environmental pollution. Broiler eggshells consist mostly of CaCO<sub>3</sub> (calcium carbonate) that can be synthesized into CaO (calcium oxide) then be processed into Ca (calcium). Calcium has a function to fill the density of bones and teeth that affects their strength and hardness. This study aimed to determine the effect of soaking in broiler chicken eggshell solution on the hardness of tooth enamel. This was an experimental laboratory study with a *posttest only control group design*. Samples were 24 maxillary first premolar obtained from dental clinics, public health centers, and hospitals in Semarang, Indonesia. Samples were divided into four groups: control group and treatment groups 1, 2, and 3 (duration of soaking in eggshell solution for 2, 7, and 14 days, respectively). The one way ANOVA test resulted in a p-value of 0.000 which meant that there were significant differences in the four groups. The post hoc test showed a p-value of <0.05, which meant that there was a significant difference between the control group (artificial saliva) and the treatment groups of 2.7 and 14 days. In conclusion, chicken eggshell solution has an effect on increasing the hardness of tooth enamel.

**Keywords:** tooth enamel; hardness of tooth enamel; chicken eggshell

**Abstrak:** Cangkang telur merupakan salah satu limbah alam yang apabila tidak diolah dengan baik dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Komposisi cangkang telur ayam ras sebagian besar terdiri dari CaCO<sub>3</sub> (kalsium karbonat) yang dapat disintesis menjadi CaO (kalsium oksida) dan selanjutnya diolah menjadi Ca (kalsium). Kalsium memiliki fungsi untuk mengisi kepadatan tulang dan gigi yang memengaruhi kekuatan serta kekerasannya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perendaman larutan cangkang telur ayam ras terhadap kekerasan enamel gigi. Jenis penelitian ialah eksperimental laboratorium dengan *posttest only control group design*. Sampel penelitian ialah 24 gigi premolar satu rahang atas yang didapatkan dari klinik praktek dokter gigi, puskesmas dan rumah sakit di Kota Semarang. Sampel dibagi atas empat kelompok: kelompok kontrol dan kelompok perlakuan 1, 2, dan 3 (perendaman dalam larutan cangkang telur ayam ras selama 2, 7, dan 14 hari berturut). Hasil uji ANOVA *one way* memperoleh nilai p=0,000 yang berarti bahwa terdapat perbedaan bermakna pada keempat kelompok. Uji *post hoc* menunjukkan nilai p<0,05 yang berarti terdapat perbedaan bermakna antara kelompok kontrol (perendaman saliva *artificial*) dan kelompok perlakuan (perendaman larutan cangkang telur ayam ras 2, 7 dan 14 hari). Simpulan penelitian ini ialah perendaman dalam larutan cangkang telur ayam ras berpengaruh dalam peningkatan kekerasan enamel gigi.

**Kata kunci:** enamel gigi; kekerasan enamel gigi; cangkang telur ayam ras

### PENDAHULUAN

Cangkang telur adalah bagian terluar dari telur yang berfungsi untuk melindungi isi telur dan mencakup 11% dari berat telur.<sup>1</sup> Bagian telur ini merupakan salah satu contoh limbah

alam yang apabila tidak diolah dengan baik dapat menyebabkan pencemaran lingkungan.<sup>2</sup> Berdasarkan data dari statistik peternakan, produksi limbah cangkang telur pada tahun 2018 sebesar 222.823 ton.<sup>2</sup>

Komposisi cangkang telur ayam sebagian besar terdiri dari  $\text{CaCO}_3$  (kalsium karbonat) yaitu 94%-98,5% dan sebagian kecil  $\text{MgCO}_3$  (magnesium karbonat) yaitu kurang lebih 0,85%.<sup>1-2</sup> Kalsium (Ca) memiliki peran yang sangat penting untuk pertumbuhan, pembentukan, serta pemeliharaan tulang dan gigi.<sup>3,4</sup> Selain itu, kalsium memiliki fungsi untuk mengisi kepadatan atau densitas tulang dan gigi sehingga memengaruhi kekuatan serta kekerasannya.<sup>4,5</sup>

Enamel adalah lapisan terluar dari gigi dan merupakan jaringan terkeras pada tubuh manusia.<sup>6</sup> Enamel terbentuk dari sebagian besar bahan anorganik, air, bahan organik dan jaringan fibrosa. Kandungan bahan anorganik yang terdiri dari kristal hidroksiapatit dengan rumus kimia  $(\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2)$  sekitar 96%, mengandung air 4%, karbonat 4%, sodium 0,6%, magnesium 1,2%, klorida 0,2% dan fluorida 0,01%.<sup>6</sup> Derajat keasaman (pH), konsentrasi asam, waktu melarut, serta kehadiran ion sejenis kalsium dan fosfat memengaruhi kecepatan kelarutan enamel.<sup>7</sup>

Kekurangan kalsium pada gigi berakibat terjadinya pengeroposan gigi atau kurangnya remineralisasi enamel yang meningkatkan risiko terjadinya karies.<sup>8</sup> Demineralisasi enamel terjadi akibat pelepasan ion kalsium dari enamel gigi, dan pengaruh asam pada email gigi berupa reaksi penguraian. Apabila proses demineralisasi terjadi secara berkelanjutan, maka akan menyebabkan kehilangan prisma enamel, yang berakibat porositas gigi.<sup>8</sup>

Dengan melihat besarnya jumlah limbah cangkang telur ayam maka penulis terdorong melakukan penelitian mengenai pemanfaatan limbah tersebut. Pada studi ini dibahas mengenai pengaruh perendaman larutan cangkang telur ayam ras terhadap kekerasan enamel gigi yang kedepannya dapat memperluas kajian ilmiah tentang manfaat cangkang telur ayam pada bidang kedokteran gigi serta berpeluang untuk dijadikan suatu produk yang dapat dimanfaatkan ke masyarakat.

## METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini ialah eksperimental laboratorik dengan rancangan penelitian yang digunakan yaitu *posttest only control group design*. Sampel penelitian ialah gigi premolar satu rahang atas yang diperoleh dari klinik praktek dokter gigi, puskesmas dan rumah sakit di Kota Semarang. Kriteria inklusi penelitian ini ialah gigi premolar satu permanen rahang atas permanen yang bebas karies, fraktur, kalkulus dan tidak ada restorasi. Kriteria eksklusi penelitian ini ialah gigi yang mengalami fluorosis, demineralisasi dan gigi decidui. Terdapat 24 sampel yang digunakan pada penelitian ini.

Untuk persiapan sampel, gigi premolar satu rahang atas dibersihkan dari kotoran dan kalkulus kemudian mahkota gigi dipisahkan dari akar gigi pada bagian *cemento enamel junction* dan mahkota dipotong secara vertikal pada arah mesiodistal. Mahkota gigi kemudian ditanam pada resin akrilik *self-cure* menggunakan cetakan berbentuk tabung dengan radius 1 cm dan tinggi 1 cm.

Limbah cangkang telur ayam yang digunakan dalam penelitian *in vitro* ini diperoleh dari peternakan ayam petelur lokal, diambil dari ayam petelur yang nutrisinya seimbang dengan usia cangkang telur yang sama. Cangkang telur ayam dibersihkan di air yang mengalir dan direndam dalam air mendidih pada suhu  $100^\circ\text{C}$  selama 10 menit untuk memudahkan pengangkatan membran, setelah itu cangkang telur dikeringkan pada temperatur ruangan, kemudian dihancurkan dan dihaluskan menggunakan mortar dan alu steril. Kalsinasi dilakukan pada suhu  $900^\circ\text{C}$  selama 3 jam untuk menghilangkan komponen organik dan mengubah kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) menjadi kalsium oksida ( $\text{CaO}$ ). Untuk menyiapkan larutan, satu gram larutan cangkang telur ayam dilarutkan dalam 20 ml asam asetat 4%. Cairan bening di bagian atas tabung reaksi dipindahkan ke gelas kimia, kemudian pH larutan yang diukur sekitar 11,7 dengan menggunakan pH meter.

Pada perendaman sampel, sampel dibagi menjadi empat kelompok, yaitu kelompok kontrol menggunakan saliva *artificial*, sedangkan kelompok perlakuan 1, 2, dan 3 menggunakan larutan cangkang telur ayam

dengan durasi perendaman 2, 7, dan 14 hari secara berturut (Tabel 1).

Untuk pengujian kekerasan enamel gigi, seluruh sampel yang sudah diberi perlakuan diukur kekerasan enamelnya menggunakan alat *Micro Hardness Tester* dengan indenter berbentuk berlian. Nilai yang diperoleh merupakan nilai kekerasan akhir setelah perlakuan.

Data dianalisis dengan uji Saphiro-Wilk untuk melihat normalitas data. Analisis data menggunakan ANOVA *one way* dan uji *post-hoc* Tukey HSD dengan signifikansi  $p < 0,05$ .

*Ethical clearance* diperoleh dari Komisi Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro No. 199/EC/-KEPK/FK-UNDIP/VI/2021.

## HASIL PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perendaman larutan cangkang telur ayam ras terhadap kekerasan enamel gigi. Tabel 2 memperlihatkan hasil pengukuran rerata kekerasan permukaan enamel pada masing-masing kelompok.

Data yang diperoleh dilakukan uji normalitas menggunakan uji Saphiro-Wilk, dan didapatkan bahwa kontrol perendaman saliva buatan memiliki nilai signifikansi 0,338; perlakuan 1 memiliki nilai signifikansi 0,155; perlakuan 2 memiliki nilai signifikansi 0,555; dan perlakuan 3 memiliki nilai signifikansi 0,898. Seluruh kelompok sampel mendapatkan nilai  $p > 0,05$  yang menunjukkan bahwa data yang diperoleh termasuk data parametrik atau terdistribusi normal. Uji homogenitas Levene mendapatkan nilai signifikansi sebesar 0,957 dengan nilai  $p > 0,05$  yang berarti bahwa data yang digunakan homogen.

Tabel 3 memperlihatkan hasil uji

ANOVA *one way* untuk perbedaan antar kelompok dengan nilai  $p = 0,000 (< 0,05)$  yang berarti terdapat perbedaan bermakna pada empat kelompok perendaman. Hasil uji ANOVA *one way* menunjukkan hasil yang bermakna sehingga dilakukan uji lanjutan untuk mengetahui perbedaan antar kelompok perlakuan dengan menggunakan uji *post hoc* LSD. Adanya perbedaan secara bermakna jika nilai  $p < 0,05$ .

Tabel 4 menampilkan hasil uji lanjutan *post hoc* Tukey HSD yang menunjukkan adanya perbedaan bermakna pada kelompok kontrol dan kelompok perlakuan 1,2 dan 3; hal ini berarti terdapat perbedaan bermakna antara perendaman dengan saliva dan perendaman dengan larutan cangkang telur ayam ras. Perbandingan antar kelompok perlakuan yaitu perendaman selama 2, 7 dan 14 hari menunjukkan hasil  $p > 0,05$  yang berarti tidak terdapat perbedaan bermakna antar kelompok perlakuan.

## BAHASAN

Tujuan penelitian ini ialah untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh lama perendaman larutan cangkang telur ayam ras terhadap kekerasan enamel dengan menggunakan sampel 24 gigi premolar atas manusia. Uji kekerasan permukaan enamel gigi dilakukan dengan alat *Vickers Microhardness Tester* sesudah diberi perlakuan yaitu perendaman pada larutan cangkang telur ayam ras selama 2, 7, dan 14 hari. Uji kekerasan didasarkan pada kemampuan permukaan material untuk menahan penetrasi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perendaman gigi dengan larutan cangkang telur ayam ras meningkatkan kekerasan enamel.

**Tabel 1.** Kelompok sampel penelitian dengan perbedaan perendaman

No	Kelompok	Perendaman	Waktu (hari)
1	kontrol	saliva <i>artificial</i>	14
2	perlakuan 1	larutan cangkang telur ayam	2
3	perlakuan 2	larutan cangkang telur ayam	7
4	perlakuan 3	larutan cangkang telur ayam	14

\*Larutan perendaman diganti setiap 24 jam.

**Tabel 2.** Hasil pengukuran rerata kekerasan enamel (*Vickers hardness/VHN*)

No	Kontrol (Saliva <i>artifical</i> )	Perlakuan 1	Perlakuan 2	Perlakuan 3
1	379,6	463,7	454,5	500,7
2	393,2	450,8	509,7	472,3
3	411,8	526,1	508,2	508,9
4	390,0	467,8	470,4	501,9
5	345,9	434,5	476,8	484,0
6	412,3	466,7	495,1	532,0
Mean $\pm$ SD	388,8 $\pm$ 24,6	468,2 $\pm$ 31,0	485,7 $\pm$ 22,1	499,9 $\pm$ 20,6

**Tabel 3 .** Hasil uji ANOVA *one way*

No	Kelompok	N	Sig
1	Kontrol		
2	Perlakuan 1	6	0,000
3	Perlakuan 2		
4	Perlakuan 3		

**Tabel 4.** Hasil uji *post hoc* Tukey HSD

	Kontrol	Perlakuan 1	Perlakuan 2	Perlakuan 3
Kontrol		0,000*	0,000*	0,000*
Perlakuan 1	0,000*		1,000	0,237
Perlakuan 2	0,000*	1,000		1,000
Perlakuan 3	0,000*	0,237	1,000	

Komposisi cangkang telur ayam ras kaya akan kalsium karbonat yang mencapai 98,2%.<sup>9-11</sup> Proses kalsinasi dengan *furnace* pada suhu 900° C selama 3 jam yang dilakukan pada cangkang telur ayam ras bertujuan untuk mengeliminasi komponen organik dan mengonversi senyawa kalsium karbonat (CaCO<sub>3</sub>) menjadi kalsium oksida (CaO) yang merupakan prekursor kalsium (Ca), dimana kemudian dapat disintesis menjadi salah satu agen remineralisasi enamel yaitu kalsium hidroksiapatit.<sup>9</sup> Mony et al<sup>12</sup> melaporkan bahwa larutan cangkang telur ayam pada analisis kimia menggunakan spektroskopi fluoresensi sinar-X menunjukkan konsentrasi kalsium yang tinggi yaitu 98% dan 0,46% fosfat sehingga dapat membantu

proses remineralisasi yang berhubungan dengan meningkatnya kekerasan enamel gigi.

Kelompok perlakuan 1 bila dibandingkan dengan kontrol menunjukkan terdapat perbedaan bermakna pada kekerasan enamel gigi sesudah perendaman pada larutan cangkang telur ayam ras selama dua hari, yaitu sebesar 468,2 VHN. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Asmawati<sup>13</sup> yang melaporkan bahwa perendaman dalam cangkang udang (*Litopenaeus vannamei*) selama 48 jam menghasilkan kadar kalsium optimal sebesar 85,49%, yang artinya cangkang udang dapat remineralisasi gigi. Cangkang udang memiliki komposisi sekitar 40-50% kalsium karbonat yang lebih kecil dari jumlah kalsium karbonat terkandung

dalam cangkang telur ayam ras.

Kelompok perlakuan 2 bila dibandingkan dengan kontrol menunjukkan adanya perbedaan bermakna pada kekerasan enamel gigi sesudah perendaman dalam larutan cangkang telur ayam ras selama tujuh hari, yaitu 485,7 VHN. Hasil ini sesuai dengan penelitian oleh Feroz et al<sup>14</sup> yang menunjukkan peningkatan kekerasan enamel gigi setelah dilakukan perendaman dengan *Chicken Egg Shell Powder* (CESP) selama tujuh hari. Terdapat penelitian lain yang memiliki hasil serupa yaitu penelitian oleh Mony et al<sup>12</sup> yang menyatakan bahwa pH tinggi dari larutan cangkang telur ayam ras dengan kandungan kalsium memiliki tingkat bioavailabilitas yang tinggi dan berpotensi untuk mendukung proses remineralisasi.

Kelompok perlakuan 3 bila dibandingkan dengan kontrol menunjukkan hasil terdapat perbedaan bermakna pada kekerasan enamel gigi sesudah perendaman dalam larutan cangkang telur ayam ras selama 14 hari, yaitu sebesar 499,9 VHN. Hasil ini sesuai dengan penelitian oleh Setyawati<sup>6</sup> yang menyebutkan bahwa mikroporositas enamel gigi mengecil sesudah pengaplikasian pasta cangkang telur ayam ras selama 14 hari yang artinya terjadi proses remineralisasi.

Hasil uji *post-hoc* Tukey HSD mengenai perbandingan antar kelompok perlakuan yaitu perendaman selama 2, 7, dan 14 hari menunjukkan nilai  $p > 0,05$  yang artinya tidak terdapat perbedaan bermakna antar kelompok perlakuan. Hal ini mungkin disebabkan karena jarak waktu perendaman yang singkat dan tidak terlalu berbeda jauh, selain itu dipengaruhi juga oleh ukuran partikel kalsium yang dihasilkan dari proses kalsinasi dengan suhu 900°C.<sup>15,16</sup> Gao et al<sup>17</sup> melaporkan bahwa peningkatan suhu pada proses kalsinasi akan memperkecil ukuran partikel kalsium; semakin kecil ukuran partikel maka tingkat penyerapan kalsium akan semakin meningkat, sehingga tingkat kekerasan enamel gigi semakin tinggi.<sup>17,18</sup>

## SIMPULAN

Perendaman larutan cangkang telur ayam ras berpengaruh dalam peningkatan

kekerasan enamel gigi. Semakin lama waktu perendaman pada larutan cangkang telur ayam ras, tingkat kekerasan enamel gigi semakin meningkat.

## Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan tidak terdapat konflik kepentingan dalam studi ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Hunton P. Research on eggshell structure and quality: an historical overview. *Braz J Poult Sci.* 2005;7(2):67–71.
- Mawadara PA, Mozartha MKT. Pengaruh penambahan hidroksiapatit dari cangkang telur ayam terhadap kekerasan permukaan GIC. *J Mater Kedokt Gigi.* 2016;5(2):8.
- Hartami E, Irmawati, Herawati. Perbedaan kadar kalsium dan fosfor gigi sulung pada anak dengan DEF-T rendah dan tinggi. *E-Prodenta.* 2019;3(2):232–9.
- Sari RP, Revianti S, Prabowo PB. Diet bubuk cangkang Anadara granosa dan susu kedelai meningkatkan kekerasan permukaan gigi. *J Mater Kedokt gigi.* 2012; 1(150):41–9.
- Shita ADP, Sulistiyani. Pengaruh kalsium terhadap tumbuh kembang gigi geligi anak. *Stomatognatic.* 2010;7(3):40–4.
- Setyawati A, Waladiyah F. Porositas email gigi sebelum dan sesudah aplikasi pasta cangkang telur ayam negeri. Laporan Penelitian. *J Kedokt Gigi Univ Padjadjaran.* 2019;31(3):221–7.
- Kathleen JH, Lunardhi CGJ, Subiyanto A. Kemampuan bioaktif glass (Novamin) dan casein peptide amorphous calcium phosphate (CPP-ACP) terhadap demineralisasi enamel. *Conservative Dentistry Journal.* 2017;7(2):111–9.
- Panigoro S, Pangemanan DHC, Juliatri. Kadar kalsium gigi yang terlarut pada perendaman minuman isotonik. *e-GiGi.* 2015; 3(2):356–60.
- Setyawati A. Pengaruh pasta cangkang telur ayam negeri terhadap email gigi. *Denta.* 2019;13(2):25–30.
- Puspita FW, Cahyaningrum SE. Sintesis dan karakterisasi hidroksiapatit dari cangkang telur ayam ras (*Gallus gallus*) menggunakan metode pengendapan basah. *UNESA Journal of Chemistr.* 2017;6(2): 100–6.

11. Rauf N, Tahir D, Suarni A. Analisis pengaruh pemberian cangkang telur terhadap sifat fisis biokeramik. *Dentino*. 2009;1(2).
12. Mony B, Rajesh EAV, Ghani MF, Narayanan A, Anand S, Mohan AG. Effect of chicken eggshell powder solution on early enamel carious lesions: an invitro preliminary study. *J Clin Diagnostic Res*. 2015;9(3):ZC30–2.
13. Asmawati. Potensi cangkang udang (*Litopenaeus vannamei*) sebagai bahan remineralisasi gigi. *Makassar Dent J*. 2018; 7(1):46–9.
14. Feroz S, Moeen F, Nisar Haq S. Protective effect of chicken eggshell powder solution (CESP) on artificially induced dental erosion: an in vitro atomic force microscope study. *Int J Dent Sci Res*. 2017;5(3):49–55.
15. Fayyazi E, Ghobadian B, Van De Bovenkamp HH, Najafi G, Hosseinzadehsamani B, Heeres HJ, et al. Optimization of bio-diesel production over chicken eggshell-derived CaO catalyst in a continuous centrifugal contactor separator. *Ind Eng Chem Res*. 2018;57(38): 12742–55.
16. Puspitasari A, Adi P, Rubai DF. Remineralisasi gigi sulung. *Indonesian Journal of Paediatric Dentistry*. 2018;1(1): 42–6.
17. Gao H, Chen H, Chen W, Tao F, Zheng Y, Jiang Y, et al. Effect of nanometer pearl powder on calcium absorption and utilization in rats. *Food Chem*. 2008; 109(3): 493–8.
18. Kurniawan A, Nizar M, Rijal M, Bagas R, Setyarsih W. Studi pengaruh variasi suhu kalsinasi terhadap kekerasan bentuk morfologi, dan analisis porositas nanokomposit CAO/SiO<sub>2</sub> untuk aplikasi bahan biomaterial. *J Penelit Fis dan Apl*. 2014;4(2):22.