

PENGARUH APLIKASI GEL EKSTRAK CANGKANG KERANG HIJAU PADA EMAIL GIGI DESIDUI SETELAH PERENDAMAN MINUMAN BERKARBONASI

William Susanto¹, Indra Bramanti^{*2}, Iwa Sutardjo Rus Sudarso², Rinaldi Budi Utomo²

ABSTRACT

Introduction: Carbonated beverages are currently consumed by a significant number of children, despite the acidic properties of these drinks which can lead to tooth erosion. The deciduous tooth enamel is more susceptible to erosion due to its differences in structural and morphological composition compared to the permanent tooth. Green mussel shells have a high calcium carbonate content, which enables them to be used as synthetic hydroxyapatite to repair microporosity and remineralize deciduous tooth enamel. **Aim:** To investigate the effect of green mussel shell extract gel application on the microhardness and roughness of deciduous tooth enamel following immersion in carbonated beverages. **Methods:** A total of 25 anterior mandibular deciduous teeth were used in this study, which was divided into five groups. These were designated as the negative control group with gel base (K1), the positive control with CPP-ACP (K2), the green mussel shell extract gel group with 5% (P1), 10% (P2) and 20% (P3) concentrations. Each sample was treated for 21 days and immersed in carbonated beverages on days 1, 8, and 15. Thereafter, microhardness was measured using a Vickers Hardness Tester and roughness using a Roughness Tester. Data analysis was performed using one-way ANOVA. **Result:** The results demonstrated significant differences between the study groups in both microhardness and roughness testing. The highest result of microhardness was observed in group P3, with a mean of 222.72 ± 2.10 . The lowest result in the roughness test was observed in group P3, with a mean of 0.35 ± 0.01 . **Conclusion:** The green mussel shell extract gel at a concentration of 20% exhibited the highest microhardness and lowest roughness when compared to the 5% and 10% concentrations, as well as CPP-ACP on deciduous tooth enamel following immersion in a carbonated beverage.

Received (08/11/2024);
Accepted (29/11/2024);
Available online
(03/01/2025)

DOI:
<https://doi.org/10.33854/jbd.v1.i2>

© Published by Universitas Baiturrahmah Press. All rights reserved.

Keywords: deciduous teeth, dental erosion, enamel micro-hardness and roughness, green mussel shells, tooth remineralization

¹Mahasiswa Program Studi Spesialis Kedokteran Gigi Anak, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

²Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

*Corresponding author e-mail address: bramantike@ugm.ac.id

PENDAHULUAN

Gigi desidui berperan untuk menuntun erupsi gigi permanen, menjaga tumbuh kembang,

membantu pengunyahan, pelafalan dan penampilan, sehingga sangat krusial bagi pertumbuhan dan perkembangan anak.^{1,2} Gigi desidui lebih rentan mengalami kerusakan diakibatkan adanya perbedaan struktur dan morfologi dibandingkan dengan gigi permanen. Hal ini disebabkan karena email gigi desidui mengandung komponen organik lebih tinggi

dibandingkan dengan email gigi permanen sehingga sifatnya lebih rapuh dan kurang tahan terhadap asam.^{3,4}

Kerusakan gigi desidui yang dapat terjadi salah satunya adalah erosi. Erosi gigi disebabkan hilangnya sebagian jaringan keras gigi, bersifat kronis, dan ireversibel.⁴ Erosi gigi yang terjadi dapat disebabkan beberapa faktor, salah satunya adalah makanan dan minuman asam.⁵ Minuman yang bersifat asam dan banyak diminum oleh anak-anak adalah minuman berkarbonasi.⁶ Minuman berkarbonasi memiliki rentang nilai pH 2,4 sampai 4,5, sementara pH 5,5 merupakan pH kritis terjadinya demineralisasi gigi.⁷

Kekerasan mikro email berkurang akibat minuman dengan pH rendah.^{7,8} Demineralisasi email juga dapat menyebabkan peningkatan kekasaran permukaan email.⁹ Hasil survey dari *Spire Research and Consulting* menyimpulkan bahwa dalam kurun satu minggu, anak usia sekolah di Indonesia menghabiskan sekitar 2 kaleng minuman berkarbonasi.¹⁰ Minuman berkarbonasi merupakan minuman kariogenik yang paling tinggi dikonsumsi oleh anak usia 2-5 tahun di Posyandu Kelurahan Gunung Pangilun dan Posyandu Kelurahan Piai Kota Padang.¹¹

Adanya peningkatan angka kejadian erosi gigi akibat konsumsi minuman berkarbonasi, dibutuhkan bahan yang digunakan untuk mencegah kerusakan permukaan email gigi desidui dengan remineralisasi struktur hidroksiapatit email.¹ Salah satu cara adalah dengan aplikasi bahan yang mengandung kalsium, fosfat dan fluor dalam bentuk hidroksiapatit sintetis.¹²

Indonesia sangat kaya akan sumber daya alam yang belum dimanfaatkan dengan baik, salah satunya adalah kerang hijau (*Perna viridis*).

Produksi kerang yang tinggi di Indonesia menyebabkan limbah kerang perlu dimanfaatkan dan diolah dengan baik.¹³ Masyarakat Indonesia hanya menggunakan cangkangnya untuk kerajinan tangan dan campuran pakan ternak.¹⁴

Cangkang kerang hijau memiliki kandungan terbesar berupa kalsium karbonat.¹⁴ Cangkang kerang hijau mengandung mineral kalsium karbonat mencapai lebih dari 90%.^{15,16} Kalsium karbonat (kalsit) merupakan komponen anorganik utama dalam pembuatan hidroksiapatit sintetis sebagai bahan remineralisasi gigi.¹⁷ Tingginya ion kalsium pada cangkang kerang hijau diharapkan mampu berikatan dengan gugus karboksil hidroksiapatit sehingga dapat remineralisasi permukaan email, ditandai dengan meningkatnya kekerasan mikro dan menurunnya kekasaran email.¹⁸

Penelitian yang dilakukan oleh Revankar dkk. (2021) menyimpulkan bahwa ekstrak cangkang kerang hijau 5% memiliki efektivitas dalam remineralisasi gigi, walaupun CPP-ACP masih memberikan hasil yang lebih baik.¹⁹ Penelitian ini menggunakan konsentrasi gel ekstrak cangkang kerang hijau 10% dan 20% yang didapatkan dengan deret ukur dengan pengalihan dari konsentrasi 5%. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh aplikasi gel ekstrak cangkang kerang hijau konsentrasi 5%, 10% dan 20% terhadap kekerasan mikro dan kekasaran permukaan email gigi desidui setelah perendaman minuman berkarbonasi.

METODE

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimental laboratoris kuantitatif dengan rancangan penelitian *post-test only control group design*. Penelitian dilaksanakan dalam

beberapa tahap yaitu pembuatan ekstrak cangkang kerang hijau, pembuatan basis gel dengan formulasi CMC-Na dan Carbopol (3:1), pembuatan gel ekstrak cangkang kerang hijau konsentrasi 5%, 10%, dan 20%, perlakuan pada subjek penelitian, pengujian kekerasan mikro dengan *Vickers Hardness Tester* dan pengujian kekasaran dengan *Roughness Tester*, serta analisis data dengan aplikasi IBM SPSS Statistics 26.

Pelaksanaan penelitian dilakukan setelah mendapatkan sertifikat kelayakan etik (*ethical clearance*) dari Komisi Etik Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Gadjah Mada. Tempat pelaksanaan penelitian adalah sebagai berikut: Laboratorium Teknologi Farmasi Laboratorium Pusat Terpadu Universitas Islam Indonesia, Laboratorium Kimia Farmasi Laboratorium Pusat Terpadu Universitas Islam Indonesia, Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu Universitas Gadjah Mada dan Pengamatan uji *Vickers Hardness Tester* dan *Roughness Tester* dilakukan di Laboratorium Riset Terpadu DLC Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

Terdapat 5 kelompok perlakuan yang terdiri dari kelompok kontrol negatif, merupakan kelompok yang hanya diberi basis gel dan direndam dalam minuman berkarbonasi; kelompok kontrol positif, kelompok yang diberi CPP-ACP dan direndam dalam minuman berkarbonasi, dan 3 kelompok lainnya merupakan kelompok perlakuan dengan diberi gel ekstrak kerang hijau masing-masing dengan kadar 5%, 10%, dan 20%, kemudian direndam dalam minuman berkarbonasi.

Total sebanyak 25 gigi anterior rahang bawah dibagi dalam 5 kelompok penelitian. Gigi pada kelompok kontrol negatif, kontrol positif, dan perlakuan dilakukan demineralisasi dengan

direndam pada minuman berkarbonasi selama 30 menit, dan setiap 5 menit dialiri dengan saliva buatan dengan spuit injeksi sebanyak 0,2 ml untuk menyamakan kondisi dalam rongga mulut. Perendaman minuman berkarbonasi ini dilakukan pada hari ke-1, ke-8, dan ke-15 untuk memberi simulasi konsumsi minuman berkarbonasi minimal 1 kali dalam kurun satu minggu.

Gigi pada kelompok kontrol negatif diaplikasikan basis gel selama 35 menit kemudian direndam dalam saliva buatan selama 24 jam. Gigi pada kelompok kontrol positif diberi bahan remineralisasi berupa CPP-ACP yang diaplikasikan selama 35 menit kemudian direndam dalam saliva buatan selama 24 jam. Gigi pada kelompok perlakuan 1, 2, dan 3 diberi bahan remineralisasi gel ekstrak cangkang kerang hijau konsentrasi 5%, 10%, dan 20% selama 35 menit kemudian direndam dalam saliva buatan selama 24 jam. Setiap gigi diaplikasikan basis gel (pada kontrol negatif) dan bahan remineralisasi selama 21 hari berturut-turut dan setiap hari dilakukan penggantian bahan remineralisasi dengan yang baru. Setiap gigi yang akan dilakukan perlakuan setiap harinya dibersihkan terlebih dahulu dengan aquades steril.

Pengukuran kekerasan mikro dengan menggunakan *Vickers Hardness Tester*. Sampel uji diletakkan pada landasan dan dikencangkan dengan *hand wheel*. Peneliti memasang penetrator diamond dan memilih beban yang digunakan pada pengujian ini yaitu 50 kgf (tuas diputar pada posisi 4). Setelah itu dilakukan pengukuran kedua diagonal bekas penekanan, diambil rata-ratanya dan dihitung angka kekerasannya. Pengukuran kekasaran permukaan dengan menggunakan *roughness tester*. Sampel uji diletakkan pada landasan agar stabil dan disekrup pada permukaan

landasan. Lalu dilakukan pengujian kekerasan dengan meletakkan jarum pada permukaan email yang rata dan panjang lintasan 2 mm. Penelusuran dilakukan pada tiga lokasi yang berbeda dan di rata-rata. Data hasil penelitian dianalisis menggunakan uji statistik analitik dengan uji *one way analysis of varians* (ANOVA), kemudian dilanjutkan dengan uji *post hoc Least Significant Difference* (LSD).

HASIL

Pengujian kekerasan mikro email dengan menggunakan *Vickers Hardness Tester* dan kekasaran dengan menggunakan *Roughness Tester*. Hasil pengukuran kekerasan mikro dan kekasaran permukaan email gigi pada kelompok kontrol negatif (K1), kontrol positif (K2), kelompok perlakuan 1 (P1), kelompok perlakuan 2 (P2), dan kelompok perlakuan 3 (P3) dapat terlihat dalam Tabel 1.

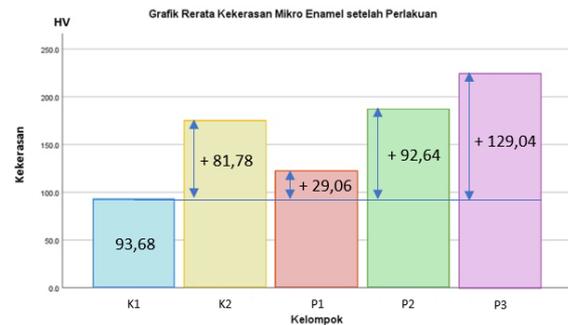
Tabel 1. Rerata dan simpangan baku kekerasan mikro email dan kekasaran permukaan email setelah aplikasi basis gel (K1), CPP-ACP (K2), dan gel ekstrak cangkang kerang hijau 5%, 10% dan 20% (P1, P2, dan P3)

Kelompok	Kekerasan Mikro (HV)	Kekasaran Permukaan (µm)
	Mean ± SD	
Kontrol Negatif (K1)	93,68 ± 1,97	0,554 ± 0,175
Kontrol Positif (K2)	175,46 ± 2,30	0,426 ± 0,123
GEKH 5% (P1)	122,74 ± 4,44	0,466 ± 0,112
GEKH 10% (P2)	186,32 ± 4,84	0,406 ± 0,117
GEKH 20% (P3)	222,72 ± 2,10	0,348 ± 0,009

Kekerasan mikro email

Rerata angka kekerasan email dari yang paling tinggi adalah kelompok P3 dan terendah pada kelompok K1. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan gel ekstrak cangkang kerang hijau membuat kekerasan mikro email lebih tinggi

dibandingkan dengan kontrol negatif. Peningkatan konsentrasi ekstrak cangkang kerang hijau juga berbanding lurus dengan peningkatan kekerasan mikro email gigi desidui, seperti yang terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik rerata kekerasan mikro email setelah aplikasi basis gel, CPP-ACP dan gel ekstrak cangkang kerang hijau 5%, 10% dan 20%

Uji normalitas menggunakan *Shapiro-Wilk* karena sampel pada setiap kelompok kurang dari 50. Hasil uji normalitas data kekerasan mikro email pada tiap kelompok diperoleh nilai $p > 0,05$ yang berarti data berdistribusi normal. Uji homogenitas varian dengan *Levene's Test* diperoleh $p = 0,140$ artinya tidak ada perbedaan bermakna varian besaran kekerasan mikro dari lima kelompok tersebut atau dapat dikatakan varian homogen. Data terdistribusi normal dan homogen sehingga dapat di analisis *one way ANOVA*.

Tabel 2. Rangkuman *post hoc* LSD kekerasan mikro email setelah aplikasi basis gel, CPP-ACP dan gel ekstrak cangkang kerang hijau 5%, 10% dan 20%

	K1	K2	P1	P2	P3
K1	-	,001	,001	,001	,001
K2	,001	-	,001	,034	,001
P1	,001	,001	-	,001	,001
P2	,001	,034	,001	-	,001
P3	,001	,001	,001	,001	-

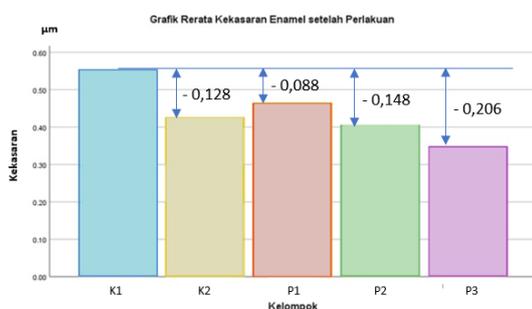
Hasil uji *one way ANOVA* menunjukkan antar kelompok diperoleh nilai F hitung 234,567 dengan $p < 0,05$ yang artinya terdapat perbedaan bermakna pada nilai kekerasan mikro email antar kelompok perlakuan. Uji lanjutan untuk melihat

pengaruh dari masing-masing kelompok dilakukan dengan uji *Post Hoc* LSD seperti tersaji dalam Tabel 2.

Dari uji *Post Hoc* LSD menunjukkan perbedaan bermakna angka kekerasan mikro email antar kelompok, baik pada masing-masing kelompok kontrol maupun kelompok perlakuan. Hal ini menunjukkan bahwa masing-masing kelompok berbeda secara signifikan. Hasil analisis data ini menjawab hipotesis bahwa peningkatan konsentrasi gel ekstrak cangkang kerang hijau memberikan pengaruh signifikan dalam meningkatkan kekerasan mikro email gigi desidui setelah perendaman minuman berkarbonasi.

Kekasaran permukaan email gigi

Rerata angka kekerasan email yang terendah rendah yaitu pada kelompok P3 dan tertinggi pada kelompok K1. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan ekstrak cangkang kerang hijau membuat kekasaran email lebih rendah dibandingkan dengan kontrol negatif. Peningkatan konsentrasi ekstrak cangkang kerang hijau juga berbanding lurus dengan penurunan angka kekasaran email gigi desidui, seperti yang terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik rerata kekasaran email setelah aplikasi basis gel, CPP-ACP dan gel ekstrak cangkang kerang hijau 5%, 10% dan 20%

Uji normalitas menggunakan *Shapiro-Wilk* karena sampel pada setiap kelompok kurang dari

50. Hasil uji normalitas data kekasaran email pada tiap kelompok diperoleh nilai $p > 0,05$ yang berarti data berdistribusi normal. Uji homogenitas varian dengan *Levene's Test* diperoleh $p = 0,567$ artinya tidak ada perbedaan bermakna varian besaran kekasaran email dari lima kelompok tersebut atau dapat dikatakan varian homogen. Data terdistribusi normal dan homogen sehingga dapat di analisis *one way ANOVA*.

Hasil uji *one way ANOVA* menunjukkan antar kelompok diperoleh nilai F hitung 35,892 dengan $p < 0,05$ yang artinya terdapat perbedaan bermakna pada nilai kekasaran email antar kelompok perlakuan. Uji lanjutan untuk melihat pengaruh dari masing-masing kelompok dilakukan dengan uji *Post Hoc* LSD seperti tersaji dalam Tabel 3.

Tabel 3. *Post hoc* LSD kekasaran email setelah aplikasi basis gel, CPP-ACP dan gel ekstrak cangkang kerang hijau 5%, 10% dan 20%

	K1	K2	P1	P2	P3
K1	-	,001	,001	,001	,001
K2	,001	-	,039	,282	,001
P1	,001	,039	-	,003	,001
P2	,001	,282	,003	-	,004
P3	,001	,001	,001	,004	-

Dari uji *Post Hoc* LSD menunjukkan perbedaan bermakna angka kekasaran email antar kelompok, kecuali pada kelompok K2 (CPP-ACP) dengan kelompok P2 (gel ekstrak cangkang kerang hijau konsentrasi 10%). Hasil analisis data ini menjawab hipotesis bahwa peningkatan konsentrasi gel ekstrak cangkang kerang hijau memberikan pengaruh signifikan dalam menurunkan tingkat kekasaran email gigi desidui setelah perendaman minuman berkarbonasi.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Revankar dkk. (2021) yang menyatakan

bahwa ekstrak cangkang kerang hijau 5% memiliki efektivitas dalam remineralisasi gigi, walaupun CPP-ACP memberikan hasil yang lebih baik.¹⁹ Pemilihan konsentrasi gel ekstrak cangkang kerang hijau 10% dan 20% menggunakan deret ukur dengan pengalihan dari konsentrasi 5%.

Penggunaan sediaan gel dikarenakan sifatnya yang mudah menyebar pada jaringan dan menempel lebih lama pada permukaan sehingga memberikan efek yang lebih baik.^{20,21} Basis gel pada penelitian ini menggunakan kombinasi *gelling agent* CMC-Na dan karbomer. Kombinasi ini sering diteliti dan memberikan efek yang lebih baik dibandingkan hanya menggunakan salah satu *gelling agent*.²² Kombinasi CMC-Na dan karbomer dengan perbandingan 3:1 memberikan hasil yang paling baik secara mukoadhesi dan daya hambat bakteri.^{21,23}

Pemilihan lama waktu perendaman minuman berkarbonasi selama 30 menit adalah estimasi lama waktu yang dibutuhkan untuk menghabiskan satu kaleng atau botol minuman berkarbonasi, serta pemilihan hari ke-1, ke-8 dan ke-15 adalah simulasi anak mengkonsumsi minuman berkarbonasi sebanyak satu kaleng atau botol perminggu. Pemilihan CPP-ACP sebagai pembanding dikarenakan CPP-ACP juga merupakan salah satu produk remineralisasi gigi yang memanfaatkan kalsium dari derivat susu sapi yang sekarang umum digunakan.

Berdasarkan hasil penelitian terlihat adanya peningkatan signifikan rerata nilai kekerasan mikro email dengan pengaplikasian gel ekstrak cangkang kerang hijau dibandingkan dengan basis gel. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak cangkang kerang hijau memberikan manfaat yang baik dalam remineralisasi gigi. Sementara gel ekstrak

cangkang kerang hijau 10% dan 20% memberikan hasil kekerasan mikro email yang lebih baik dibandingkan dengan CPP-ACP. Hal ini sejalan dengan penelitian Puspitasari dkk. menggunakan biomaterial hidroksiapatit sintesis lain dimana peningkatan konsentrasi dapat memberikan pengaruh yang baik dalam meningkatkan kekerasan mikro email.²³

Ion kalsium dapat berikatan dengan gugus karboksil hidroksiapatit email sehingga dapat memperlambat demineralisasi permukaan email gigi.²³ Peningkatan konsentrasi mineral pada email akan membentuk ikatan jenuh dan mencegah larutnya kristal hidroksiapatit sehingga tingkat erosi gigi dapat berkurang.²⁴ Kadar kalsium yang sangat tinggi pada cangkang kerang hijau mampu meningkatkan kekerasan mikro dan remineralisasi permukaan email.^{23,24}

Berdasarkan hasil pengujian kekasaran permukaan email didapatkan bahwa gel ekstrak cangkang kerang hijau konsentrasi 20% mampu menurunkan kekasaran permukaan email paling baik. Gel ekstrak cangkang kerang hijau konsentrasi 10% memberikan efek yang hampir setara dengan CPP-ACP dalam menurunkan kekasaran email. Ekstrak cangkang kerang hijau konsentrasi 5% sudah memberikan efek yang signifikan dibandingkan dengan basis gel yang tidak mengandung bahan remineralisasi. Penelitian Revankar dkk. juga mendukung hasil penelitian ini dimana konsentrasi 5% memberikan efek remineralisasi namun belum bisa menyamai CPP-ACP.¹⁹

Hasil penelitian ini selaras dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Bawazeer dkk. (2016) dan Nurmalasari dkk. (2018) dimana peningkatan konsentrasi ekstrak dapat menurunkan tingkat kekasaran permukaan

email.^{25,26} Konsentrasi kalsium yang tinggi meningkatkan presipitasi mineral kalsium email sehingga terjadi penutupan mikroporositas email menyebabkan kekasaran permukaan berkurang.²⁷

Kekerasan mikro dan kekasaran email gigi desidui setelah aplikasi gel ekstrak cangkang kerang hijau juga menunjukkan hubungan yang sangat kuat. Pada aplikasi gel ekstrak cangkang kerang hijau konsentrasi 20% dapat meningkatkan kekerasan mikro dan menurunkan kekasaran email secara signifikan. Remineralisasi gigi yang baik dapat memperbaiki dan menutup mikroporositas email sehingga kekerasan mikro meningkat dan kekasaran permukaan menurun.^{12,27} Penelitian yang dilakukan oleh Sofiana juga menunjukkan bahwa pemberian bahan remineralisasi gigi dapat meningkatkan kekerasan dan menurunkan kekasaran permukaan email gigi.¹⁸

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa cangkang kerang hijau dapat dijadikan biomaterial remineralisasi gigi. Pada penelitian ini pengujian dilakukan dengan *surface roughness tester* dan *Vickers hardness tester*. Dibutuhkan penelitian lebih lanjut untuk melihat permukaan email secara mikroskopis dengan menggunakan *Scanning Electron Microscope (SEM)*. Toksisitas serta biokompatibilitas dari cangkang kerang hijau juga belum diketahui, sehingga diperlukan uji biokompatibilitas dan toksisitas ekstrak cangkang kerang hijau. Dan dengan tujuan untuk hilirisasi menjadi produk remineralisasi gigi yang dapat digunakan masyarakat, dibutuhkan juga uji organoleptik agar bahan ini dapat diterima, baik secara rasa, bau, tekstur dan warna.

SIMPULAN

Aplikasi gel ekstrak cangkang kerang hijau konsentrasi 20% menghasilkan kekerasan mikro email gigi desidui paling tinggi dan kekasaran email paling rendah dibanding konsentrasi 5% dan 10% serta CPP-ACP setelah perendaman minuman berkarbonasi.

REFERENSI

1. Welbury R, Duggal M, Hosey M. Paediatric Dentistry. 5th ed. Glasgow: Oxford University Press; 2018.
2. Dean J. McDonald and Avery's Dentistry for the Child and Adolescent. 10th ed. St.Louis: Elsevier; 2016.
3. Combe EC. Notes On Dental Material. 8th ed. Edinburg: Churchill Livingstone; 2020.
4. Casamassimo P, Fields H, McTigue D, Nowak A. Pediatric Dentistry Infancy Through Adolescence. 6th ed. Elsevier: St. Louis; 2018.
5. Garg N, Garg A. Textbook of Operative Dentistry. 3rd ed. Jaypee Brothers: New Delhi; 2015.
6. Erviana ON, Fatmasari D, Benyamin B. Perbedaan Kelarutan Kalsium pada Gigi Desidui dan Gigi Permanen dalam Perendaman Minuman Berkarbonasi Rasa Buah. Odonto Dental Journal 2015 vol 2(2): 68-72.
7. Erdemir U. Effects of Energy and Sports Drinks on Tooth Structures and Restorative Materials, World J Stomatol 2016 Jan; 1(5):1.
8. Owens BM, Mallette JD. Effects of Carbonated Cola Beverages, Sports and Energy Drinks and Orange Juice on Primary and Permanent Email Dissolution. Austin J Dent 2014; 1(1):1-7.
9. Dewiyani S, Paath SL, Darussalam WA. Pengaruh Minuman Isotonik terhadap Kekasaran Permukaan Email Gigi. B-dent: Jurnal Kedokteran Gigi Universitas Baiturrahmah 2022; vol.9(1):12-8.
10. Rosihan A, Widodo, Bayu IS, Eko S. Effect pH on Demineralization Dental Erosion, International Journal of Chemical Engineering and Applications 2014; 2(6):140.
11. Mulyani RS, Susi, Adnan S. Hubungan Mengonsumsi Makanan Selingan dengan Kejadian Early Childhood Caries pada Anak Usia 2-5 Tahun di Kota Padang, Andalas Dental Journal 2019; 7(1):33-43.
12. Mielczarek A, Michalik J. The Effect of Nano-hydroxyapatite Toothpaste on Enamel Surface Remineralization, An In Vitro Study. Am J Dent 2014; 27(6):287-90.
13. World Wide Fund. Better Management Practice Seri Panduan Perikanan Skala Kecil Perikanan Kerang. ed 1. WWF Indonesia: Jakarta; 2015.
14. Indrawati S. Studi Pengaruh Penambahan Kerang Hijau (*Perna viridis*) sebagai Material Akustik

- pada Kemampuan Absorpsi Bunyi. *Jurnal Fisika dan Aplikasinya* 2015; 11(3):127-30.
15. Xu J, Zhang G. Biogenic Nanospheres of Amorphous Carbonated Ca-Mg Phosphate Within The Periostacum of The Green Mussel *Perna viridis*. *Journal of Structural Biology* 2014; 188(3):205-12.
 16. Liemawan AE, Tavio, Raka IGP. Pemanfaatan Limbah Kerang Hijau (*Perna viridis* L.) sebagai Bahan Campuran Kadar Optimum Agregat Halus pada Beton Mix Design dengan Metode Substitusi. *Jurnal Teknik ITS* 2015; 4(1):128-33.
 17. Sabu U, Logesh G, Rashad M, Joy A, Balasubramanian M. Microwave Assisted Synthesis of Biomorphic Hydroxyapatite. *Ceramics International* 2019; 45(6):6718-22.
 18. Sofiana E. Efek Aplikasi CPP-ACP terhadap Kekerasan dan Morfologi Permukaan Email Gigi Setelah Direndam dalam Minuman Berkarbonasi [skripsi]. Jember: Universitas Jember; 2015.
 19. Revankar VD, Saranyan R, Chakravarthy Y, Manivannan E, Rajmohan M. Remineralising Potential of Marine Skeletal Species-*Perna viridis* Powder Extract on Human Teeth Email. *Journal of Clinical and Diagnostic Research* 2021; 15(2):10-13.
 20. Bramanti I. Pengaruh Ekstrak Bawang Putih (*Allium sativum* L.) Sebagai Bahan Dressing Intrakanal Terhadap Hasil Perawatan Saluran Akar Gigi Desidui (Kajian In vitro dan Klinis: Biokompatibilitas, Antibakteri, Antiinflamasi, Analgetik, dan Pertumbuhan Sel) [disertasi], Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada; 2019.
 21. Hati AK, Dyahariesti N, Yuswantina R. Optimasi Formula Pasta Gigi Kombinasi Ekstrak *Boesenbergia pandurata* dan *Cymbopogon nardus* dengan Bahan Pengikat CMC-Na dan Carbomer. *Jurnal Kefarmasian Indonesia* 2016; 11(1):25-33.
 22. Santoso AB, Hariningsih Y, Ayuwardani N. Pengaruh Kombinasi Gelling Agent Carbopol 934 dan Natrium Carboxymethylcellulose (Na-CMC) terhadap Stabilitas Fisik Gel Getah Jarak Pagar (*Jatropha curcas*) sebagai Penyembuh Luka Insisi. *Duta Pharma Journal* Juni 2022; 2(1):8-24.
 23. Puspitasari A, Adi P, Rubai DF. Pemanfaatan Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*) dalam Remineralisasi Gigi Sulung. *Indonesian Journal of Paediatric* 2018 Mar; 1(1):42-6.
 24. Marcella MA, Wahyudi IA, Puspita RM. Effect of Coffee, Tea, and Milk Consumption on Tooth Surface Hardness (In Vitro Study). *J PDGI* 2014; 3(1):14-8.
 25. Bawazeer TM, Alsoufi MS, Katowah D, Alharbi WS. Effect of Aqueous Extracts of *Salvadora persica* "Miswak" on the Acid Eroded Email Surface at Nano-Mechanical Scale. *Material Sciences and Applications* 2016; 7(11):754-71.
 26. Nurmalasari. DL, Damiyanti M, Eriwati YK. Effect of Cinnamon Extract Solution on Human Tooth Enamel Surface Roughness. *Journal of Physics: Conference Series* 2018, 1073 (2018) 032022.
 27. Salama F, Abdelmegid F, Al-Sharhan M, Al-Mutairi F, Al-Nasrallah A. Effect of Remineralizing Agents on Enamel Surface Roughness of Primary Teeth: An In-Vitro Study. *EC Dental Science* 2020; 19(2):1-12.