



Laporan Penelitian

Pengaruh penambahan nanokitosan cangkang kerang hijau terhadap kekerasan semen ionomer kaca: studi eksperimental

Noor Hafida Widyastuti¹, Juwita Raditya Ningsih¹,
Sartari Entin Yuletnawati², Listiana Masyita Dewi³, Puji Tri Jayanti⁴

*Korespondensi:
nhw184@ums.ac.id

¹Departemen Konservasi Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Indonesia

²Departemen Biologi Mulut, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Indonesia

³Departemen Mikrobiologi, Fakultas Kedokteran, Surakarta, Indonesia

⁴Program studi profesi dokter gigi, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Indonesia

Submisi: 17 Mei 2024

Revisi: 29 Juni 2024

Penerimaan: 27 Juni 2024

Publikasi Online: 30 Juni 2024

DOI: [10.24198/pjdrs.v8i2.54769](https://doi.org/10.24198/pjdrs.v8i2.54769)

ABSTRAK

Pendahuluan: Penanganan karies dapat dilakukan dengan cara restorasi. Pemilihan bahan restorasi di kedokteran gigi sangat mempertimbangkan kekerasan untuk menahan beban oklusal. Salah satu bahan yang bisa digunakan untuk restorasi adalah Semen Ionomer Kaca(SIK). Kekurangan SIK diatasi dengan cara mencampurkan kitosan yang didapat dalam cangkang kerang hijau. Penggunaannya lebih efektif apabila dibuat dalam ukuran nano, sehingga diolah menjadi nanokitosan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan nanokitosan cangkang kerang hijau terhadap kekerasan semen ionomer kaca. **Metode:** Penelitian ini merupakan penelitian laboratorium dengan menggunakan desain penelitian *posttest only control group design*. Kelompok terbagi menjadi 6 kelompok. Pertama, SIK disiapkan tanpa penambahan nanokitosan sebagai kelompok kontrol (SIK Kontrol). Kelompok SIK dengan penambahan nanokitosan dibuat dengan menambahkan nanokitosan ke dalam cairan SIK dengan empat konsentrasi berbeda, yaitu 0,5%, 1%, 1,5%, dan 2%. Pengujian kekerasan permukaan dilakukan menggunakan alat *Vickers microhardness tester*. Beban yang digunakan pada penelitian ini yaitu HV0,05 (490,3mN) dengan lama indentasi yaitu 2 detik. Bentuk sampel berbentuk kotak dengan ketebalan 8 mm. Setiap sampel dilakukan indentasi sebesar 2 kali. **Hasil:** Hasil rerata dan standar deviasi uji kekerasan SIK tanpa penambahan adalah $31,94 \pm 3,54$. Nano Kitosan mampu menambah nilai kekerasan semen ionomer kaca dengan hasil rerata dan standar deviasi sebagai berikut konsentrasi 0,5%= $51,60 \pm 9,34$, 1%= $91,20 \pm 15,09$, 1,5%, = $95,22 \pm 14,12$ dan 2%= $117,60 \pm 40,90$. Hasil uji menggunakan uji *One Way Anova* didapatkan nilai $p=0,001$ sehingga $p<0,05$ dan dinyatakan terdapat pengaruh yang signifikan antar kelompok konsentrasi terhadap nilai kekerasan semen ionomer kaca. **Simpulan:** penambahan nanokitosan cangkang kerang hijau dapat meningkatkan kekerasan semen ionomer kaca.

KATA KUNCI: kekerasan, nanokitosan cangkang kerang hijau, semen ionomer kaca

Effect of the addition of green mussel shell nanochitosan on the hardness of glass ionomer cement: experimental study

ABSTRACT

Introduction: Treatment of caries can be carried out through restoration. The selection of restorative materials in dentistry highly considers hardness to withstand occlusal loads. Glass Ionomer Cement is one substance that can be utilized for restoration. By including chitosan derived from green mussel shells, GIC insufficiency is remedied. It is processed into nanochitosan since its usage is maximized when it is manufactured in nanoscale. This study aims to analyze the effect of adding green mussel shell nanochitosan on the hardness of glass ionomer cement. **Methods:** This study used a *posttest-only control group design* in a laboratory setting. Six groups are formed from the group. First, as a control group (GIC Control), GIC was made without the addition of nanochitosan. The GIC liquid was supplemented with nanochitosan at four distinct concentrations: 0.5%, 1%, 1.5%, and 2%, to create the GIC group with the addition of nanochitosan. A *Vickers microhardness tester* was used to test the surface hardness. HV0.05 (490.3 mN) was the load employed in this study, and the indentation time was set at two seconds. The sample has an 8 mm thickness and a box-like form. Every sample was indented twice. **Results:** The GIC hardness test with no additives had a mean result and standard deviation of 31.94 ± 3.54 . The hardness value of glass ionomer cement can be increased by nanochitosan, with the average outcomes and standard deviation as follow: Concentration: 0.5% = 51.60 ± 9.34 , 1% = 91.20 ± 15.09 , 2% = 117.60 ± 40.90 , and 0.5% = 95.22 ± 14.12 The *One-Way Anova* test showed a significant difference between the concentration groups in the hardness value of glass ionomer cement, with $p=0.001$, meaning that $p<0,05$. **Conclusion:** The addition of green mussel shell nanochitosan can increase the hardness of glass ionomer cement.

KEY WORDS: hardness, green mussel nanochitosan, glass ionomer cement

Sitasi: Jayanti TP, Widyastuti NH, Ningsih JR, Yuletnawati SE, Dewi LM. Pengaruh penambahan nano kitosan cangkang kerang hijau terhadap kekerasan semen ionomer kaca: studi eksperimental. Padjadjaran Journal of Dental Researchers and Students. 2024; 8(2): 192-197. DOI: [10.24198/pjdrs.v8i2.54769](https://doi.org/10.24198/pjdrs.v8i2.54769). Copyright: ©2024 by Padjadjaran Journal of Dental Researchers and Students. Submitted to Padjadjaran Journal of Dental Researchers and Students for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

PENDAHULUAN

Karies gigi merupakan penyakit pada jaringan gigi yang menyebabkan kerusakan jaringan keras dimulai dari permukaan gigi email, kemudian apabila tidak dilakukan perawatan bisa mengenai pulpa.¹⁻³ Prevalensi karies di Indonesia mencapai lebih dari 504%. Karies dapat mengenai satu permukaan gigi atau lebih.⁴ Dampak utama dari terjadinya karies, yaitu munculnya rasa nyeri yang salah satunya dapat mengganggu fungsi pengunyahan.⁵ Karies yang tidak dirawat juga bisa menurunkan kesehatan fisik serta mengganggu penampilan seseorang hingga menimbulkan rasa kurang percaya diri pada individu yang menderitanya.⁶ Penanganan karies dapat dilakukan dengan cara restorasi.

Restorasi yang baik adalah restorasi yang dapat mengembalikan fungsi gigi seperti mengembalikan bentuk, warna dan mengembalikan fungsi mastikasi dengan baik.⁷ Pemilihan bahan restorasi di kedokteran gigi sangat mempertimbangkan kekerasan untuk menahan beban oklusal.⁸ Selain itu bahan restorasi juga harus memperhatikan biokompatibilitas terhadap jaringan sekitarnya.⁹ Salah satu bahan yang bisa digunakan untuk restorasi adalah semen ionomer kaca.¹⁰

Semen ionomer kaca memiliki kelebihan dapat melepaskan fluoride.¹⁰ Semen ionomer kaca lebih banyak digunakan untuk gigi anterior atau pada area yang beban oklusalnya rendah, karena sifat mekanisnya yang kurang. Kekurangan dari SIK ini dapat diperbaiki dengan cara menambahkan bahan yang dapat meningkatkan ketahanan dari SIK dengan tetap mempertahankan kelebihan yang sudah ada. Salah satu bahan yang dapat digunakan ke dalam SIK yaitu kitosan.¹¹ Kitosan merupakan D-asetil Glukosamin yang mempunyai reaktivitas yang tinggi.¹²

Modifikasi fisik pada kitosan meliputi perubahan ukuran partikel atau butiran kitosan menjadi partikel yang lebih kecil hingga berukuran nanopartikel. Salah satu cara untuk mengefisienkan penggunaan kitosan dapat dibuat dalam bentuk nano, baik nanopartikel maupun nanoemulsi yaitu dengan modifikasi struktur permukaannya. Semakin kecil ukuran partikel, luas permukaan partikel akan semakin besar sehingga meningkatkan kemampuan kitosan untuk adsorben, antijamur, anti bakteri, maupun fungsinya sebagai *carrier* dalam tubuh.¹³

Reaksi yang terjadi antara manipulasi SIK dengan kitosan yaitu terbentuknya ikatan gugus hidroksil dan asetamida pada kitosan dengan gugus karboksil dari bubuk SIK dan gugus karboksil pada asam poliakrilat melalui ikatan hidrogen. Ikatan hidrogen memiliki tegangan tinggi saat berikatan dengan SIK. Reaksi ini menurunkan tegangan pada permukaan komponen SIK, yang menyebabkan gaya adhesi meningkat sehingga ikatan SIK lebih kuat dan sifat mekaniknya meningkat.¹⁴

Penelitian Pratiwi dkk.,¹⁵ menjelaskan bahwa nano kitosan dari kumbang tanduk dapat meningkatkan kekuatan kompresif dari SIK. Pencampuran antara kedua bahan tersebut menunjukkan nano kitosan dapat memberikan kekuatan pada reaksi setting SIK, yaitu nanokitosan meningkatkan pembentukan calcium polisalt pada reaksi setting awal SIK. Kebaruan penelitian ini adalah menggunakan bahan nanokitosan dari cangkang kerang hijau sebagai bahan *reinforced* semen ionomer kaca yang belum pernah dilakukan sebelumnya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan nano kitosan cangkang kerang hijau terhadap kekerasan semen ionomer kaca.

METODE

Penelitian ini menggunakan penelitian eksperimental dengan rancangan penelitian *posttest-only control group design*. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Farmasi Universitas Muhammadiyah Surakarta untuk pembuatan nano kitosan cangkang kerang hijau dan Laboratorium Terpadu Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Gadjah Mada untuk pengujian kekerasan.

Persiapan SIK (GC Fuji IX Extra, Tokyo, Japan) tanpa penambahan nano kitosan cangkang kerang hijau dan SIK dengan penambahan nano kitosan cangkang kerang hijau. Pertama, SIK disiapkan tanpa penambahan nano kitosan sebagai kelompok kontrol (SIK Kontrol). Kelompok SIK dengan penambahan nano kitosan dibuat dengan menambahkan nanokitosan ke dalam cairan SIK dengan empat konsentrasi berbeda yaitu 0,5%, 1%, 1,5%, dan 2%. SIK dimanipulasi sesuai petunjuk pabrik ke dalam cetakan dengan ketebalan 8 mm

dan diameter 5 mm. SIK dimasukkan ke dalam cetakan dengan spatula plastik dan dipadatkan menggunakan *cement stopper*. Setelah cetakan terisi penuh, seluloid strip ditekan ke atasnya sampai permukaan rata. Sampel kemudian direndam dalam saliva buatan selama 24 jam dan dimasukkan ke dalam inkubator pada suhu 37°C. Jumlah sampel yang dibuat yaitu 25 sampel.

Kekerasan dapat didefinisikan sebagai ketahanan suatu material terhadap indentasi, berhubungan dengan kekuatan tekan dan ketahanan suatu material terhadap kondisi abrasi. Uji vickers tidak bersifat merusak material yang digunakan dalam pengujian dikarenakan hasil indentasi yang sangat kecil, material tersebut bisa digunakan kembali. *Vickers microhardness tester* menggunakan indentor piramida intan dengan bentuk bujur sangkar yang nantinya akan membuat jejak pada material dengan beban tertentu. Sudut yang dibentuk antar permukaan piramida yang berhadapan sebesar 136° dengan lama waktu penjejakan material 10-15 detik yang dapat menghasilkan ketelitian 2-4 mikromilimeter. Nilai kekerasan vickers dapat langsung dilihat pada monitor dengan satuan HV. Pengujian kekerasan permukaan dilakukan menggunakan alat *Vickers microhardness tester* (HMV-G31DT, Japan) dengan *force* 490,3 mN serta *hold time* selama 2 detik. Satu sampel dilakukan 2 indentasi. Hasil uji kekerasan dianalisis dengan program *Statistical Product and Service Solutions* (SPSS) versi 22. Normalitas data diuji menggunakan *Shapiro – wilk* dan uji statistic menggunakan *One Way Anova* dengan tingkat kemaknaan $p < 0,05$.

HASIL

Data hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan rerata nilai kekerasan dari semua sampel yang telah diuji (Tabel 1).

Tabel 1. Nilai rerata hasil uji kekerasan SIK menggunakan *Vickers microhardness tester*

Kelompok (Konsentrasi)	Mean ± SD
I Kontrol	31,94 ± 3,54
II (0,5%)	51,60 ± 9,34
III(1%)	91,20 ± 15,09
IV(1,5%)	95,22 ± 14,12
V (2%)	117,60 ± 40,90

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kekerasan SIK bertambah dengan adanya penambahan nanokitosan. Nilai kekerasan paling tinggi berada di konsentrasi 2% yaitu sebesar 117,60 ± 40,90 HV. Nilai rerata kekerasan paling rendah terdapat pada kelompok SIK tanpa penambahan nanokitosan yaitu sebesar 31,94 ± 3,54.

Hasil yang didapat juga menunjukkan bahwa rasio nanokitosan yang dicampurkan ke dalam SIK berpengaruh pada nilai kekerasan. Kelompok nanokitosan 2% dengan jumlah nanokitosan terbanyak memiliki nilai kekerasan yang tinggi, kemudian diikuti dengan konsentrasi 1,5%, 1%, dan 0,5%.

Hasil uji normalitas *Shapiro–Wilk* pada penelitian ini menunjukkan data yang berdistribusi normal ($p > 0,05$). Uji homogenitas data penelitian ini menunjukkan bahwa data hasil uji kekerasan memiliki varian yang homogen ($p > 0,05$). Berdasarkan hasil uji *One Way Anova*, penambahan perlakuan nanokitosan pada SIK menunjukkan perbedaan bermakna $p = 0,001$ ($p < 0,05$) (Tabel 2).

Tabel 2. Uji *One Way Anova*

	Sig.
Hasil	0,001

Uji *post hoc* menggunakan *Least Significant Difference* untuk mengetahui kelompok mana yang memiliki perbedaan yang signifikan, ditandai dengan kelompok (*) yang artinya memiliki perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$) (Tabel 3).

Tabel 2. Uji *least Significant Difference*

Konsentrasi	1%	1,5%	2%
0%	0,001*	0,001*	0,001*
0,5%	0,007*	0,004*	0,001*

PEMBAHASAN

Kekerasan pada suatu material kedokteran gigi merupakan ukuran dari ketahanan fraktur setelah diaplikasikan ke gigi. Kekerasan bergantung pada kekuatan dan kelenturan, artinya semakin tinggi kekuatan dan kelenturan maka semakin besar kekerasan. Hasil kekerasan permukaan semen ionomer kaca tanpa penambahan nanokitosan sebesar 31,94 VHN. Pengujian kekerasan semen ionomer kaca bertujuan untuk melihat kemampuan suatu material dalam menahan deformasi plastis, goresan, dan abrasi. Kekerasan merupakan salah satu faktor penting yang perlu diperhatikan dalam hal restorasi, terutama pada beban oklusal yang luas. Pengujian dilakukan dengan menggunakan *Vickers microhardness tester* yang terdiri dari 25 sampel. Berdasarkan pengujian yang sudah dilakukan, hasil rerata nilai kekerasan menunjukkan terdapat pengaruh kekerasan semen ionomer kaca dengan penambahan konsentrasi nanokitosan.

Penelitian ini menggunakan uji *One Way Anova* untuk mengetahui adanya perbedaan yang signifikan, hasil Uji *One way Anova* menunjukkan nilai $p=0,001$ yang artinya terdapat perbedaan antar kelompok perlakuan terhadap nilai kekerasan karena $p<0,005$. Hal itu menunjukkan bahwa terdapat pengaruh nilai kekerasan pada semen ionomer kaca yang ditambahkan nanokitosan.¹⁶

Semen ionomer kaca dengan konsentrasi rendah dapat meningkatkan kekuatan restorasi dan meningkatkan laju pelepasan *fluoride*. Kitosan memiliki gugus amina dan hidroksil yang membuat kitosan memiliki muatan parsial positif sehingga kitosan dapat menarik molekul dengan muatan parsial negatif.¹⁶ Reaksi antara SIK dengan kitosan membentuk ikatan gugus hidroksil dan asetamida dari kitosan dengan gugus hidroksil dari bubuk SIK dan gugus karboksil dari asam poliakrilat pada ikatan hidrogen. Ikatan ini nantinya akan memiliki tegangan yang tinggi saat berkaitan dengan SIK. Oleh karena itu, akan menyebabkan turunnya tegangan permukaan antara komponen SIK, dan terdapat peningkatan gaya adhesi mengakibatkan tegangan permukaan sehingga ikatan antara SIK menjadi lebih kuat dan sifat mekanik dari SIK meningkat.¹⁷

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Pratiwi dkk.,¹⁸ menyebutkan bahwa banyaknya kitosan yang dicampurkan ke dalam *liquid* SIK maka komponen kitosan akan berikatan satu sama lain daripada dengan komponen SIK, yang nantinya akan berpengaruh pada sifat dari SIK salah satunya yaitu terdapat retakan yang menyebabkan menurunnya ketahanan terhadap fraktur. Retakan pada suatu permukaan menentukan sifat mekanik dari material tersebut, apabila material dengan tekstur yang lebih padat dan retakan yang lebih sedikit memiliki kekerasan yang lebih tinggi. Oleh sebab itu, ditambahkan kitosan ke dalam semen ionomer kaca akan meningkatkan nilai kekerasannya.

Setelah dilakukan uji *One Way Anova* maka dilanjutkan uji *Post Hoc Least Significant Difference*. Konsentrasi 0% (SIK tanpa nano kitosan) memiliki perbedaan yang signifikan terhadap konsentrasi 1%, 1,5%, dan 2%. Konsentrasi 0,5% memiliki perbedaan yang signifikan terhadap konsentrasi 1%, 1,5%, dan 2%.

Berdasarkan uji *Post Hoc Least Significant Difference* yang sudah dilakukan, terbukti bahwa konsentrasi nanokitosan 2% memiliki nilai kekerasan paling tinggi dibandingkan konsentrasi lainnya. Perbedaan nilai kekerasan pada setiap konsentrasi terjadi karena banyaknya kitosan yang ditambahkan pada setiap konsentrasi, dimulai dari konsentrasi terkecil 0,5% hingga konsentrasi 2% menunjukkan bahwa nilai kekerasan yang didapatkan semakin meningkat. Hal ini karena semen ionomer kaca yang ditambahkan nano kitosan dapat meningkatkan sifat mekanis dan bisa berperan sebagai katalisator dalam pelepasan ion *fluor* yang mampu meningkatkan ketahanan terhadap tekanan. Modifikasi jumlah kitosan yang ditambahkan menunjukkan bahwa kekuatan ikatan mikro dari kitosan lebih tinggi daripada semen ionomer kaca konvensional.¹⁹

Hal ini sesuai dengan hasil yang didapatkan bahwa konsentrasi 2% dengan jumlah kitosan terbanyak mampu menghasilkan nilai kekerasan yang tinggi. Ukuran partikel nano

dapat meningkatkan luas permukaan hingga 100 kali dibandingkan dengan kitosan partikel mikro, sehingga mampu meningkatkan efektifitas kitosan dalam mengikat gugus kimia lainnya. Hal ini akan meningkatkan efisiensi proses fisika – kimia yang akan menghasilkan perlekatan yang lebih baik. Gugus kitosan memiliki gugus amin yang mampu mengikat hidroksil dan gugus karboksilat, sehingga ikatan tersebut akan meningkatkan sifat mekaniknya.²⁰ Keterbatasan penelitian ini adalah konsentrasi yang masih belum bervariasi, sehingga diperlukan beberapa konsentrasi lainnya.

SIMPULAN

Penambahan nano kitosan cangkang kerang hijau berpengaruh meningkatkan kekerasan semen ionomer kaca. Implikasi penelitian dengan adanya nano kitosan dapat dijadikan sebagai bahan reinforced, dan dapat meningkatkan kekuatan mekanis dan fisik semen ionomer kaca.

Kontribusi Penulis: Kontribusi peneliti "Konseptualisasi, J.T.P, W.N.H, N.J.R, Y.S.E, dan D.L.M.; metodologi, J.T.P, W.N.H, N.J.R, Y.S.E, D.L.M.; perangkat lunak, J.T.P, W.N.H, N.J.R, Y.S.E, dan D.L.M.; validasi, J.T.P, W.N.H, N.J.R, Y.S.E, dan D.L.M.; analisis formal, J.T.P, W.N.H, N.J.R, Y.S.E, dan D.L.M.; investigasi, J.T.P, W.N.H, N.J.R, Y.S.E, dan D.L.M.; kurasi data, J.T.P, W.N.H, N.J.R, Y.S.E, dan D.L.M.; penulisan penyusunan draft awal, J.T.P, W.N.H, N.J.R, Y.S.E, dan D.L.M.; penulisan-tinjauan dan penyuntingan, J.T.P, W.N.H, N.J.R, Y.S.E, dan D.L.M.; visualisasi, J.T.P, W.N.H, N.J.R, Y.S.E, dan D.L.M.; supervisi, J.T.P, W.N.H, N.J.R, Y.S.E, dan D.L.M.; administrasi proyek, J.T.P, W.N.H, N.J.R, Y.S.E, dan D.L.M.; perolehan pendanaan, J.T.P, W.N.H, N.J.R, Y.S.E, dan D.L.M. Semua penulis telah membaca dan menyetujui versi naskah yang diterbitkan."

Pendanaan: Penelitian ini telah mendapatkan dana penelitian dari Lembaga Riset dan Inovasi (LRI) Universitas Muhammadiyah Surakarta dengan surat perjanjian 303.9?A.3-III/LRI/X/2023

Persetujuan Etik: Penelitian ini dilaksanakan sesuai dengan deklarasi Helsinki, dan telah disetujui oleh atau Komite Etik Penelitian Kesehatan RSUD Dr Moewardi (467/III/HREC/2023)

Pernyataan Ketersediaan Data: semua penulis memberikan akses data penelitian sesuai dengan kode etik dengan penelitian yang berlaku. diharapkan dapat bermanfaat oleh semua pembaca

Konflik Kepentingan: tidak ada konflik kepentingan".

DAFTAR PUSTAKA

- Cahyani C. Pembentukan dentinal bridge sebagai respon penyembuhan dentinal bridge sebagai respon penyembuhan pasca direct pulp capping menggunakan medikamen MTA dan Resin Komposit (Literature Review), JIKG, 2022;5(1), <https://journals.ums.ac.id/index.php/jikg/article/view/21124>
- Berman LH, Hargreaves KM. Cohen's Pathways of the Pulp: Cohen's Pathways of the Pulp-E-Book. 12th Ed. Elsevier Health Sciences. 2020. p.992
- Torabinejad M, Fouad AF, Shabahang S. Endodontics e-book: Principles and practice. 6th Ed. Elsevier Health Sciences. 2020. p.496
- Markus H, Harapan Ik, Raule Jh. Gambaran Karies Gigi Pada Pasien Karyawan Pt Freeport Indonesia Berdasarkan Karakteristik Di Rumah Sakit Tembagapura Kabupaten Mimika Papua Tahun 2018- 2019. 2020;3(2):65–72.
- Sari NDAM, Hafizi I, Fauziyah NF, Hartinawati R, Sholiha Z. An Anti-Inflammatory Dental Pulp of Eugenol Extracted from Clove (*Eugenia Caryophyllata*). *J Med Chemical Sci*, 2023; 6(11): 2665-2671. DOI: [10.26655/JMCHEMSCI.2023.11.10](https://doi.org/10.26655/JMCHEMSCI.2023.11.10)
- Nurwati B, Setjanto D, Budi Hs, Banjarmasin Pk, Ilmu D, Gigi K, Et Al. Hubungan Karies Gigi Dengan Kualitas Hidup Pada Anak Sekolah. 2019;10(1):41–7. DOI: [10.31964/jsk.v10i1.164](https://doi.org/10.31964/jsk.v10i1.164)
- Ningsih JR, Asih R, Putri RM. Composite Resin Crown Restoration on Microdontia Maxillary Lateralis Incisor (Case Report). *Journal of Medicine and Health*. 2021; 3(1):61-72. DOI: [10.28932/jmh.v3i1.3130](https://doi.org/10.28932/jmh.v3i1.3130)
- Ningsih JR, Saskianingtyas YS. Zirconia dan resin komposit sebagai restorasi indirek pada gigi posterior. *Prosiding Dental Seminar Univ Muhammadiyah Surakarta (Densium) 5* 2021. 106-114
- Widyastuti NH, Nurwita AR. A Review on Dental Material with Regard to Biocompatibility Properties. *J Med Chemical Sciences*, 2022; 5(5): 695-702. DOI: [10.26655/JMCHEMSCI.2022.5.4](https://doi.org/10.26655/JMCHEMSCI.2022.5.4)
- Primasari Mbc, Wibowo Gw, Muniroh M, Purbaningrum Da. Pengaruh Obat Kumur Povidon Iodin 1% Terhadap Kekerasan Semen Ionomer Kaca Diperkuat Zirkonia. *Medica Hosp J Clin Med*. 2022;9(2):147–53.
- Faizah, A., Suparno, N. R., Pradana, F. A. J., & Diennya, E. Z. M. (2023). Pengaruh Laju Pelepasan Fluor pada Resin Komposit Berfluor terhadap Kebocoran Tepi. *E-Gigi*, 11(2), 220–226. DOI: [10.35790/eg.v11i2.46195](https://doi.org/10.35790/eg.v11i2.46195)
- Livia F, Tjandrawinata R, Marpaung C, Pratiwi D. The Effect Of Horn Beetle Nanochitosan (*Xylotrupes Gideon*) Addition On The Hardness Of Glass-Ionomer Cement. 2022;6183:27–31. DOI: [10.32793/jida.v5i1.719](https://doi.org/10.32793/jida.v5i1.719)
- Widyastuti, N. H., Nugrahani, N. A., Awwaliannisa, M., Tifani, A. S. The Effect of Nanochitosane of Red Snapper Fish Scales (*Lutjanus Sp.*) on Pain and Pulp Inflammation. *J Med Chemical Sciences*, 2023; 6(10): 2379-86. DOI: [10.26655/JMCHEMSCI.2023.10.13](https://doi.org/10.26655/JMCHEMSCI.2023.10.13)
- Sari M, Ghaisani Me. Knowledge, Attitude, Practice (Kap) Dokter Gigi Pada Pemilihan Dan Pemakaian Resin Komposit Di Surakarta Dan Sukoharjo. *JIKG (Jurnal Ilmu Kedokt Gigi)*. 2020;3(1):20–8. DOI: [10.23917/jikg.v3i1.10000](https://doi.org/10.23917/jikg.v3i1.10000)
- Pratiwi D, Salim Rf. The Effect Of Rhinoceros Beetle Nanochitosan On Compressive Strength Of Glass Ionomer Cement. 2021;6183(Pratiwi D):111–6. DOI: [10.32793/jida.v4i2.635](https://doi.org/10.32793/jida.v4i2.635)
- Husain S, Al-Samadani KH, Najeeb S, Zafar MS, Khurshid Z, Zohaib S, Qasim SB. Chitosan Biomaterials for Current and Potential Dental Applications. *Materials (Basel)*. 2017;10(6):602. DOI: [10.3390/ma10060602](https://doi.org/10.3390/ma10060602).
- Senthil Kumar R, Ravikumar N, Kavitha S, Mahalaxmi S, Jayasree R, Sampath Kumar TS, Haneesh M. Nanochitosan modified glass ionomer cement with enhanced mechanical properties and fluoride release. *Int J Biol Macromol*. 2017;104(Pt B):1860-1865. DOI:

-
18. [10.1016/j.ijbiomac.2017.05.120](https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.05.120). Pratiwi D, Salim Rf, Tjandrawinata R, Komariah K. Evaluasi Morfologi Permukaan Semen Ionomer Kaca Dengan Modifikasi Penambahan Nanokitosan Kumbang Tanduk' Surface Morphology. J Ked Gi Univ Padj. 2021;33(3):240. DOI: [10.24198/jkg.v33i3.32231](https://doi.org/10.24198/jkg.v33i3.32231)
 19. Zhang C, Hui D, Du C, Sun H, Peng W, Pu X, Et Al. Preparation And Application Of Chitosan Biomaterials In Dentistry. Int J Biol Macromol. 2021;167:1198–210. DOI: [10.1016/j.ijbiomac.2020.11.073](https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.11.073).
 20. Kumala Yr, Rachmawati D, Sari Aa. Perbedaan Lebar Celah Tepi Tumpatan Semen Ionomer Kaca Modifikasi Resin Nano Dan Modifikasi Resin. Odonto DentJ. 2017;4:7–12. DOI: [10.30659/odj.4.1.7-12](https://doi.org/10.30659/odj.4.1.7-12)