

The influence of adding nanosilica diatom extract on the compressive and tensile strength of GIC luting material

Pengaruh penambahan nanosilika ekstrak diatom terhadap *compressive* dan *tensile strength* bahan luting GIC

Anisah Nabilah Ferry, Aksani Taqwim, Mohammad Dharma Utama, Irfan Dammar

Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Hasanuddin University

Makassar, Indonesia

Corresponding author:

ABSTRACT

Treatment using a denture can be either a fixed denture or a removable denture. Silica is naturally found in diatoms, sponges, and sea sand. Silica has high hardness properties. The study aimed to determine the effect of nanosilica addition of diatom extract *Thalassiosira Sp* on compressive and tensile strength of glass ionomer cement (GIC) luting material. This laboratory experimental study was designed as the post-test only control group, involving five treatment groups; RMGIC, GIC without nanosilica, nanosilica addition ratio of 1%, 3%, 5% (nanosilica and GIC ratio). The compressive and tensile strength levels after the addition of diatomaceous nanosilica were measured using a Micro Vickers Hardness Tester. The lowest compressive strength value was found in the 1% GIC+nanosilica sample, while the most optimal value was found in the 3% GIC+nanosilica sample. The lowest tensile strength value was found in the 1% GIC+nanosilica sample, while the most optimal was in the 3% GIC+nanosilica sample. It is concluded that there is an effect of nanosilica addition on compressive strength and tensile strength of GIC luting material with the addition of 3% nanosilica.

Keywords: nanosilica, glass ionomer cement, compressive strength, tensile strength

ABSTRAK

Perawatan menggunakan gigi tiruan dapat berupa gigi tiruan cekat atau gigi tiruan lepasan. Silika secara alami terkandung dalam diatom, sponge, dan pasir laut. Silika memiliki sifat kekerasan yang tinggi. Penelitian ditujukan untuk mengetahui pengaruh penambahan nanosilika ekstrak diatom *Thalassiosira Sp* terhadap *compressive strength* dan *tensile strength* bahan luting *glass ionomer cement* (GIC). Penelitian eksperimen laboratorium ini dirancang secara *the post-test only control group*, melibatkan lima kelompok pelakuan yakni RMGIC, GIC tanpa nanosilika, penambahan nanosilika perbandingan 1%, 3%, 5% (rasio nanosilika dan GIC). Nilai *compressive* dan *tensile strength* pascapenambahan nanosilika diatom diukur dengan menggunakan *Micro Vickers Hardness Tester*. Nilai *compressive strength* paling rendah terdapat pada sampel GIC+nanosilika 1%, sedangkan nilai paling optimal pada sampel GIC+nanosilika 3%. Nilai *tensile strength* paling rendah terdapat pada sampel GIC+nanosilika 1%, sedangkan paling optimal pada sampel GIC+nanosilika 3%. Disimpulkan bahwa ada pengaruh penambahan nanosilika terhadap *compressive strength* dan *tensile strength* bahan luting GIC dengan penambahan nanosilika 3%.

Kata kunci: nanosilika, *glass ionomer cement*, *compressive strength*, *tensile strength*

Received: 10 March 2024

Accepted: 1 August 2024

Published: 1 April 2025

PENDAHULUAN

Gigi tiruan merupakan peranti yang menggantikan sebagian atau seluruh gigi alami yang hilang beserta jaringan di sekitarnya, baik dengan gigi tiruan cekat maupun gigi tiruan lepasan. Perawatan dengan GIC memulihkan gigi yang mengalami kerusakan mahkota dan menggantikan gigi yang hilang, yang disementasi permanen pada gigi alami.^{1,2}

Sementasi merupakan salah satu prasyarat terpenting untuk mendapatkan retensi GIC. Semen luting gigi pada dasarnya digunakan untuk menempelkan restorasi pada permukaan gigi yang telah dipreparasi dengan cara mengisi celah, dengan interlocking mekanis, ikatan kimia atau keduanya. Bahan luting menciptakan kedap antara restorasi dan gigi, tidak hanya untuk menahan restorasi pada tempatnya namun juga memberikan ketahanan terhadap kebocoran mikro dan karies.^{3,4}

Semen luting gigi yang ideal harus memiliki biokompatibilitas yang baik, waktu pengeringan yang lama, dan *setting time* yang singkat, ketahanan terhadap panas dan paparan bahan kimia, kelarutan yang rendah, potensi antikaries, sederhana dan mudah digunakan. Semen luting gigi harus memiliki kekuatan yang tinggi pada kondisi tarik, geser dan kuat tekan untuk menahan tekanan pada *interface* restorasi-gigi. Kuat tekan dapat meningkatkan kekuatan rekat dan menghasilkan kinerja klinis yang lebih baik.³⁻⁵

Uji kuat tekan dilakukan sesuai dengan ISO 9917-1

menggunakan sistem pengujian universal (Bionix Table Top System, MTS System; Eden Prairie, USA). Benda uji ditempatkan sedemikian rupa sehingga sumbu memanjangnya berimpit dengan sumbu beban. Kecepatan *crosshead* diatur ke 0,005 mm/s¹².

Pada uji pengaruh nanosilika terhadap kekuatan tarik, spesimen dikompresi secara diameter dengan memberikan tegangan tarik pada bahan dalam bidang penerapan gaya melalui pengujian. Dihitung dengan rumus: $2P/\pi DT$; P=beban yang diberikan; D=diameter silinder, T=tebal silinder, π =konstanta 3,14. Nilai DTS [kgf/cm²] dikonversi ke MPa sebagai $DTS[MPa]=DTS[Kgf/cm^2] \times 0,0980713$.

METODE

Penelitian eksperimen laboratorium dengan desain *post-test only control group*. Populasi terdiri atas bahan *glass ionomer cement* (GIC) berbentuk silinder yang berdimensi 6x4 mm (standar ISO). GIC diuji kuat tekan dan kuat tarik di laboratorium Teknik Unhas Makassar. Penelitian ini menganalisis pengaruh penambahan nanosilika (ekstrak diatom *Thalassiosira Sp*) terhadap kuat tekan dan kuat tarik bahan luting GIC. Sampel dibagi lima, yaitu kelompok I GIC bubuk dan cair dimanipulasi sesuai petunjuk pabrik; kelompok II resin GIC dimodifikasi sesuai petunjuk pabrik, kelompok III dengan mengganti 1% massa serbuk GIC dengan nanosilika (0,2227g GIC+ 0,0023 g nanosilika), kelompok IV perbandingannya 3%

(0,2182g GIC+0,00686g nanosilika), perbandingan kelompok V5% (0,2137 g GIC+0,0113 g nanosilika); dicampur pada kertas pencampur selama 15 detik. Campuran serbuk GIC dan nanosilika kemudian diaduk dengan likuid GIC sesuai petunjuk pabrik untuk masing-masing kelompok menggunakan alat cetakan yang telah dibuat. Seluruh sampel diujikan untuk pengujian kuat tekan dan tarik menggunakan *Universal Test Machine*.

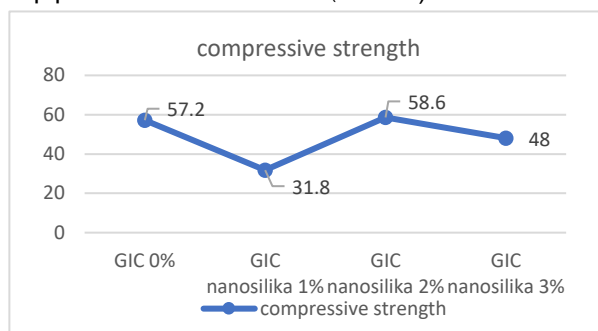
HASIL

Tabel 1 Perbedaan kuat tekan sampel nanosilika GIC dengan LSD *post hoc test*

Nilai rerata kuat tekan pada sampel nanosilika GIC (%)	Nilai rerata kuat tekan pada sampel nanosilika GIC (%)			
	0	1	3	5
0		0,000*	0,001*	0,000*
1	0,000*		0,000*	0,064
3	0,001*	0,000*		0,042*
5	0,000*	0,064	0,042*	

*Tes LSD Post Hoc $p < 0,05$

Berdasarkan uji *post hoc* LSD pada Tabel 1 diperoleh nilai data paling signifikan $p=0,000$ terdapat pada sampel GIC nanosilika 3% dan tanpa pencampuran, artinya penambahan nanosilika dari diatom *Thalassiosira* Sp 3% memiliki pengaruh yang paling nyata terhadap peningkatan kuat tekan sampel nanosilika. Penelitian dilanjutkan dengan melihat kuat tarik bahan GIC luting terhadap penambahan nanosilika (Tabel 1).



Grafik 1 Kuat tekan sampel nanosilika dari diatom *Thalassiosira* Sp pada pencampuran 0%, 1%, 3%, 5%

Nilai rerata kuat tekan meningkat dengan penambahan nanosilika 3%, namun menurun dengan penambahan nanosilika 0%, 1%, dan 5%. Nilai kuat tekan terendah terdapat pada sampel nanosilika 1% ($31,80 \pm 5,63$). Terlihat bahwa nilai kuat tekan paling optimal terdapat pada sampel nanosilika 3% ($58,60 \pm 7,12$), seperti terlihat pada Grafik 1.

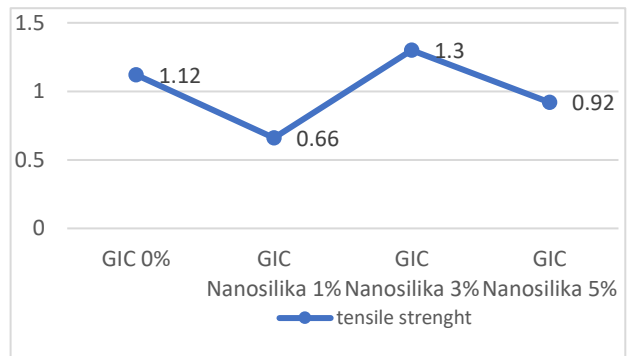
Tabel 2 Perbedaan kekuatan tarik GIC dan GIC nanosilika
Nilai rerata kuat tekan pada sampel nanosilika GIC (%)

	Nilai rerata kuat tekan pada sampel nanosilika GIC (%)			
	0	1	3	5
0		0,000*	0,000*	0,000*
1	0,000*		0,000*	0,022*
3	0,000*	0,000*		0,000*
5	0,000*	0,022*	0,000*	

*Tes LSD Post Hoc $p < 0,05$

Berdasarkan uji Post Hoc LSD (Tabel 2) diperoleh nilai signifikansi $p=0,000$ tertinggi pada sampel GIC nanosilika 3% dan tanpa pencampuran, artinya penambah-

bahan nanosilika dari *Thalassiosira* Sp 3% diatom memiliki pengaruh paling nyata terhadap peningkatan kekuatan tarik sampel nanosilika.



Grafik 2 Kekuatan tarik pada sampel nanosilika dari diatom *Thalassiosira* Sp pada pencampuran 0%, 1%, 3%, 5%

Rerata nilai kuat tarik meningkat dengan penambahan nanosilika 3%, namun menurun dengan penambahan nanosilika 0%, 1%, dan 5%. Nilai kekuatan tarik terendah terdapat pada sampel nanosilika 1% ($0,66 \pm 0,05$). Terlihat bahwa nilai kuat tarik yang paling optimal terdapat pada sampel nanosilika 3% ($1,3 \pm 0,00$) (Grafik 2).

DISKUSI

Besarnya porositas juga disebabkan oleh kurangnya homogenitas antara nanosilika dan GIC pada proses *setting*. Hal ini dapat disebabkan oleh aglomerasi pada saat pencampuran dengan GIC dan nanosilika dari diatom *Thalassiosira* Sp sehingga menghasilkan kuat tekan dan kuat tarik yang paling rendah. Hal ini sejalan dengan penelitian Aljabo yang menunjukkan penambahan nanosilika dapat meningkatkan kuat tekan dan kuat tarik GIC.⁶⁻⁸ Karakteristik fisik dan kimia nanosilika, seperti ukuran partikel, bentuk, dan distribusi partikel, dapat memengaruhi sifat mekanik GIC yang ditingkatkan dengan penambahan nanosilika. Selain itu konsentrasi nanosilika yang ditambahkan juga dapat memengaruhi sifat mekanik GIC, yaitu penambahan nanosilika dengan konsentrasi yang tepat dapat meningkatkan sifat mekanik GIC, namun penambahan pada konsentrasi yang terlalu tinggi dapat menurunkan sifat mekanik GIC. Selain itu, faktor lain seperti metode pencampuran, waktu pencampuran, dan kondisi lingkungan juga dapat memengaruhi pengaruh penambahan nanosilika pada GIC.⁹

Penambahan nanosilika 1-5% pada GIC luting meningkatkan kuat tekan dan Tarik; menunjukkan bahwa penambahan nanosilika 1-3% dapat meningkatkan sifat tekan dan kuat tarik. Namun pada penambahan nanosilika 5% terlihat tekan dan kuat tariknya mulai menurun. Penambahan nanosilika 5% sudah melewati titik jenuh, hal ini sejalan dengan penelitian Coniwanti, bahwa penurunan elongasi akan mengakibatkan penurunan sifat elastis plastik *biodegradable*. Penurunan elastisitas ini disebabkan oleh semakin dekatnya jarak antar ikatan molekul, karena titik jenuh telah terlampaui sehingga kelebihan molekul akan berada pada fasa tersendiri di luar fasa polimer.

Disimpulkan bahwa ada pengaruh penambahan nanosilika ekstrak *Thalassiosira Sp* diatom 3% terhadap kuat tekan dan kuat tarik bahan *luting* GIC. Untuk memperoleh hasil sintesis nanosilika yang akurat, diperlukan preparasi sampel awal hingga proses kalsinasi dengan su-

hu dan waktu yang tepat

Pada pengukuran kadar sampel nanosilika yang digabung dengan GIC *luting* harus memenuhi wadah/plat pengukuran dengan presisi pada pemberatnya sehingga didapatkan sample yang sama kepadatannya.

REFERENSI

1. Chairunnisa, Sofya PA, Novita CF. Gambaran tingkat pengetahuan masyarakat tentang kehilangan gigi dan pemakaian gigi tiruan di Kecamatan Jaya Baru Banda Aceh. *Caninus* 2017;2(4):142-9.
2. Harira TA, Pragustine Y. Gambaran pemeliharaan pengguna gigi tiruan cekat. *Jurnal Kedokt Gigi Terpadu* 2022;4(1):37-40
3. Ghodsi S, Arzani S, Shekarian M, Aghamohseni MM. Kriteria pemilihan semen untuk restorasi cakupan penuh: tinjauan literatur yang komprehensif. *J Clin Exp Penyok* 2021;13(11):1154-61.
4. Leung GKH, Wong AWY, Chu CH, Yu OY. Update bahan *luting* gigi. *Penyok J* 2022;10(11):208.
5. Saran R, Upadhya N, Ginjupalli K. Pengaruh terhadap sifat fisik dan mekanik semen *luting* ionomer kaca konvensional dengan penggabungan aditif seluruh keramik: studi in vitro. Hindawi. *Jurnal Internasional Kedokteran Gigi*. 2020
6. Cahyaningrum SE, Herdyastuty N, Devina B, Supangat D. Sintesis dan karakterisasi serbuk hidroksiapatit dengan metode pengendapan basah. Dalam: seri konferensi IOP: Ilmu dan Teknik Material. Institut Penerbitan Fisika 2018;299
7. Aljabo A, Alnassar T, Alqahtani M, Alsharekh A, Alshahrani F, Alshahrani S, dkk. Pengaruh nanosilika terhadap kuat tekan semen ionomer kaca. *Jurnal Ilmu Material dan Teknik Kimia* 2019; 7(1):1-7.
8. Rosensial SF, Tanah MF, Fujimoto J. *Prostodontik tetap kontemporer*. Edisi ke-5. St Louis: Mosby Inc. 2016.
9. Varghese SK, Gangadharan AK. Pengaruh nanosilika pada sifat mekanik semen ionomer kaca: tinjauan sistematis. *JCD*. 2019;22(1): 3–9.