Evaluasi morfologi permukaan semen ionomer kaca dengan modifikasi penambahan nanokitosan kumbang tanduk

Deviyanti Pratiwi[1*], Richentya Feiby Salim[1], Rosalina Tjandrawinata[1], Komariah[3]

[1]Departemen Bahan Kedokteran Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Trisakti, Indonesia
[2]Departemen Oral Biologi, Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Trisakti, Indonesia

***Korespondensi: dyyanti88@gmail.com**
Submisi: 12 Februari 2021; Penerimaan: 24 Desember 2021; Publikasi online: 27 Desember 2021
DOI: 10.24198/jkg.v33i3.32231

ABSTRAK

P**endahuluan:** Penambahan nanokitosan pada modifikasi bahan restorasi kedokteran gigi bertujuan untuk memperbaiki sifat mekanik. Sifat mekanik dari suatu bahan dipengaruhi oleh struktur permukaannya. Bahan restorasi yang banyak dilakukan modifikasi yaitu Semen Ionomer Kaca (SIK), salah satunya dengan menambahkan nanokitosan. Sumber nanokitosan dapat berasal dari eksoskeleton serangga kumbang tanduk (*Xylotrupes gideon*). *Xylotrupes gideon* memiliki kandungan kitin sebesar 47%. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis morfologi permukaan semen ionomer kaca dengan modifikasi penambahan nanokitosan kumang tanduk. **Metode:** Jenis penelitian yaitu eksperimental laboratorium. Sampel berbentuk silindris dengan ukuran 6 mm (tinggi) × 4 mm (diameter). Pengambilan sampel menggunakan teknik *purposive sampling*. Jumlah sampel minimal sebanyak 1 sampel untuk setiap kelompok yaitu kelompok (A) SIK konvensional (kontrol), (B) SIK modifikasi 10% vol/vol larutan nanokitosan, (C) SIK modifikasi 5% vol/vol larutan nanokitosan, (D) SIK modifikasi 10% *weight/weight* bubuk nanokitosan, dan (E) SIK modifikasi 5% *weight/weight* bubuk nanokitosan. Sampel yang telah dibuat disimpan dalam inkubator dengan suhu 37°C. Karakterisasi morfologi permukaan sampel menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM). **Hasil:** Karakterisasi SEM menunjukkan adanya variasi retakan pada permukaan sampel yang diperiksa dengan pembesaran 2000× dan 3500×. SIK modifikasi bubuk nanokitosan menunjukkan lebih banyak retakan pada permukaannya serta peningkatan rasio nanokitosan kumbang tanduk menunjukkan peningkatan keretakan pada morfologi permukaan SIK. **Simpulan:** Penambahan nanokitosan kumbang tanduk (*Xylotrupes gideon*) pada Semen Ionomer Kaca mengakibatkan perubahan morfologi permukaan SIK.

Kata kunci: semen ionomer kaca; kumbang tanduk; *scanning electron microscopy*

Surface morphology evaluation of glass ionomer cement modified with nano chitosan of rhinoceros beetle

ABSTRACT

Introduction: *The addition of nanochitosan to the modification of dental restorative materials improves mechanical properties. Its surface structure influences the mechanical properties of a material. The restoration material that has been modified a lot is Glass Ionomer Cement (GIC), one of which is by adding nano chitosan. The source of nano chitosan can be derived from the exoskeleton of the rhinoceros beetle (Xylotrupes gideon). Rhinoceros beetle has a chitin content of 47%. This study aims to analyse the surface morphology of the glass ionomer cement with the modification of the addition of nano chitosan of rhinoceros beetle.* ***Methods:*** *This type of research was an experimental laboratory. The sample was cylindrical with 6 mm (height) × 4 mm (diameter). The sampling used was a purposive sampling technique. The minimum number of samples was one sample for each group, namely group (A) conventional (control) GIC, (B) modified GIC 10% vol/vol nanochitosan solution, (C) GIC modified 5% vol/vol nanochitosan solution, (D) GIC modification of 10% weight/weight of nanochitosan powder, and (E) modified GIC of 5% weight/weight of nanochitosan powder. Samples that have been made were stored in an incubator at 37°C. Characterisation of the surface morphology of the sample using Scanning Electron Microscopy (SEM).* ***Results:*** *SEM characterisation showed variations of cracks on the surface of the samples examined at 2000x and 3500x magnification. GIC modified nano chitosan powder showed more cracks on the surface, and an increase in the ratio of rhinoceros beetle nano chitosan showed an increase in cracks in the surface morphology of the GIC.* ***Conclusions:*** *The addition of nano chitosan of rhinoceros beetle to the GIC resulted in changes in the surface morphology.*

Keywords: *slass ionomer cement; rhinoceros beetle; scanning electron microscopy*

PENDAHULUAN

Semen Ionomer Kaca (SIK) merupakan bahan yang berbasis pada reaksi antara bubuk kaca dan asam poliakrilat.[1] Sifat dari SIK yang sangat menguntungkan, yaitu bersifat antikariogenik. Pelepasan fluor oleh SIK meningkatkan resistensi terhadap karies, baik pada gigi yang direstorasi maupun gigi sekitarnya. Kekurangan dari SIK yaitu rapuh karena matriksnya yang rentan rusak.[2] SIK memiliki ketahanan yang rendah terhadap suasana asam sehingga kekasaran permukaan SIK cenderung tinggi terutama setelah berkontak dengan suasana asam. Kekasaran permukaan yang tinggi memudahkan terjadinya penumpukan plak.[3] SIK merupakan bahan yang mudah fraktur dan tidak tahan aus sehingga tidak dapat digunakan pada bagian yang menerima tekanan tinggi. Kontaminasi kelembaban setelah penempatan SIK sebagai bahan tambal mempengaruhi sifat fisik dan estetika.[4]

Bahan restorasi yang ideal harus memiliki tekstur permukaan yang halus. Tekstur permukaan dari SIK cenderung kasar. Tekstur permukaan SIK dapat dipengaruhi oleh beberapa aspek, seperti ikatan antar partikel, distribusi dan jumlah partikel. Integritas ikatan antar partikel pada SIK memiliki peran penting dalam sifat mekaniknya. Retakan yang terdapat pada permukaan menentukan sifat mekanik dari suatu material. Material dengan tekstur yang lebih padat dan retakan yang lebih sedikit memiliki kekerasan yang lebih tinggi. Selain itu, permukaan suatu bahan yang memiliki retakan memudahkan terjadinya degradasi material sehingga memungkinkan cairan berpenetrasi melalui permukaan dan dapat menyebabkan diskolorasi. [5]

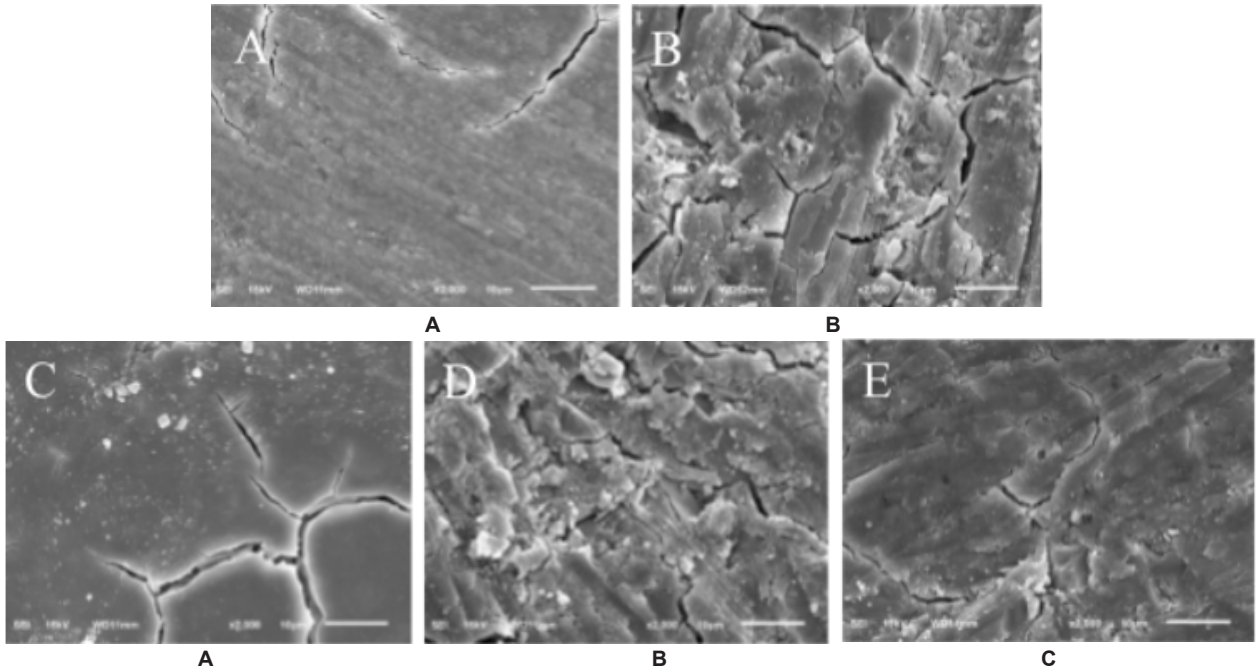
Kitosan merupakan polimer dengan rantai panjang yang terdiri dari monomer–monomer glukosamin yang memiliki gugus amin muatan positif.[6] Kitosan dapat ditambahkan pada bahan tumpat yaitu SIK. Pencampuran SIK dengan kitosan meningkatkan pelepasan fluor dan meningkatkan ketahanan terhadap tekanan dan keausan.[7] Selain itu, pencampuran kitosan ke dalam SIK meningkatkan ketahanan terhadap erosi karena asam sehingga menurunkan kekasaran permukaan SIK.[3] SIK modifikasi kitosan memberikan efek antibakteri yang baik terhadap *Streptococcus mutans*. Peningkatan efek antibakteri ini berhubungan dengan peningkatan pelepasan fluor pada SIK modifikasi kitosan.[8] Kitosan yang dimodifikasi secara fisik menjadi ukuran partikel nano dapat meningkatkan luas permukaan hingga 100 kali dibandingkan dengan kitosan partikel mikro. Nanopartikel dapat berpenetrasi ke ruangan yang tidak dapat dicapai oleh partikel dengan ukuran yang lebih besar dan juga meningkatkan kelarutan sehingga meningkatkan bioavailabilitas dari partikel.[9] Salah satu keunggulan dari nanokitosan yaitu kitosan nanopartikel memiliki efek antibakteri yang lebih tinggi daripada kitosan dengan ukuran biasa.[10]

Kumbang tanduk (*Xylotrupes gideon*) adalah salah satu kumbang yang berukuran besar dan tersebar luas di Indonesia.[11] Kerugian yang disebabkan oleh kumbang tanduk yaitu merusak pucuk tanaman kelapa. Alternatif untuk memanfaatkan serangga ini yaitu diolah menjadi kitin dan kitosan yang memiliki nilai ekonomis. Penelitian Komariah dan Luki Astuti menunjukkan kumbang tanduk memiliki jumlah kitin yang cukup besar yaitu 47%.[12] Kitosan kumbang tanduk yang dimodifikasi menjadi nanopartikel kitosan telah diteliti dapat meningkatkan kekerasan email pada aplikasi *home bleaching.* Kekerasan email dapat meningkat karena kitosan dapat mengikat radikal bebas dan melindungi email dari asam.[13]

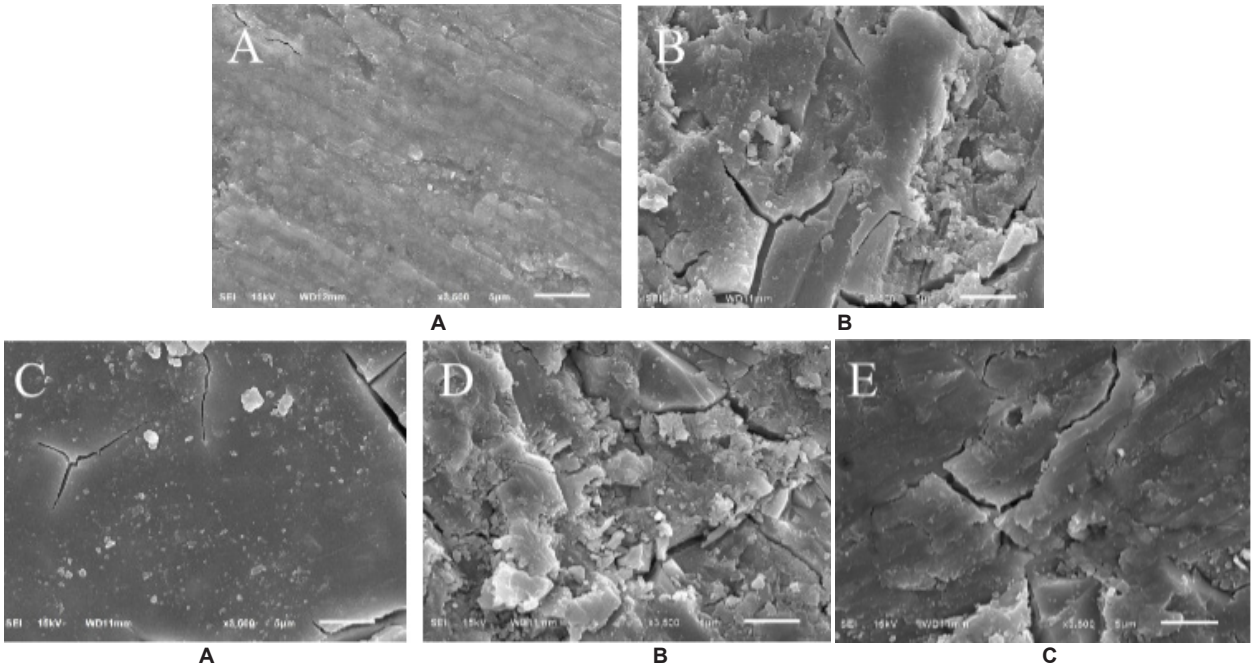
Penelitian yang dilakukan oleh Kumar dkk[14] menyatakan bahwa penambahan nanokitosan 10*wt*% pada SIK dapat meningkatkan sifat mekanik dan pelepasan fluor SIK. Ibrahim dkk[15] melaporkan bahwa modifikasi *liquid* SIK dengan nanokitosan 5-10% vol/vol meningkatkan efek antibakteri terhadap *Streptococcus mutans* tetapi tidak mempengaruhi perikatan SIK dengan dentin.[15] Penelitian oleh Sundari[3] menyatakan penambahan kitosan 10% vol/vol pada SIK dapat menurunkan kekasaran permukaan SIK setelah perendaman pada minuman isotonik.[3] Berdasarkan data penelitian sebelumnya, belum banyak penelitian mengenai efek nanokitosan kumbang tanduk (*Xylotrupes gideon*) terhadap SIK. Tujuan untuk menganalisis morfologi permukaan semen ionomer kaca dengan modifikasi penambahan nanokitosan kumbang tanduk.

METODE

Jenis penelitian ini merupakan eksperimental laboratorium. Populasi pada penelitian ini yaitu



Gambar 1. SEM dengan perbesaran 2000x, SIK konvensional (kontrol) (A), SIK + larutan nanokitosan 10% vol/vol (B), SIK + larutan nanokitosan 5% vol/vol (C), SIK + bubuk nanokitosan 10% weight/weight (D), dan SIK + bubuk nanokitosan 5% weight/weight (E) (Sumber: Dokumentasi pribadi)



Gambar 2. SEM dengan perbesaran 3500x, SIK konvensional (kontrol) (A), SIK + larutan nanokitosan 10% vol/vol (B), SIK + larutan nanokitosan 5% vol/vol (C), SIK + bubuk nanokitosan 10% weight/weight (D), dan SIK + bubuk nanokitosan 5% weight/weight(E) (Sumber: Dokumentasi pribadi)

SIK konvensional dan SIK modifikasi nanokitosan. SIK yang digunakan yaitu GC Fuji Tipe IX (*GC corporation, Tokyo, Japan*). Nanokitosan yang digunakan berasal dari eksoskeleton kumbang tanduk (*Xylotrupes gideon*) dalam bentuk larutan dan bubuk yang didapatkan dari formulasi penelitian sebelumnya.[11]

Pembuatan sampel SIK dan SIK modifikasi nanokitosan dilakukan di Laboratorium *Dental Material Testing Center of Research* Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Trisakti. Sampel yang dibuat memiliki bentuk silindris dengan ukuran 6mm (tinggi) x 4mm (diameter). Sebanyak 5 buah sampel dibagi menjadi 5 kelompok yaitu kelompok

(A) SIK konvensional (kontrol), kelompok (B) SIK modifikasi 10% vol/vol larutan nanokitosan, kelompok (C) SIK modifikasi 5% vol/vol larutan nanokitosan, kelompok (D) SIK modifikasi 10% *weight/weight* bubuk nanokitosan, dan kelompok (E) SIK modifikasi 5% *weight/weight* bubuk nanokitosan.

Tahap awal dalam penelitian ini yaitu mengencerkan larutan nanokitosan yang telah didapat dengan konsentrasi 3000 ppm menjadi larutan nanokitosan dengan konsentrasi 200 ppm. Pengenceran dilakukan dengan menambahkan air yang telah dikalkulasi menggunakan rumus pengenceran M1 × V1 = M2 × V2. Larutan nanokitosan yang telah diencerkan menjadi konsentrasi 200 ppm kemudian ditambahkan sebanyak 0,2 mL ke *liquid* SIK sebanyak 1,8 mL sehingga didapatkan *liquid* SIK modifikasi 10% vol/vol larutan nanokitosan. Selanjutnya, untuk mendapatkan *liquid* SIK modifikasi 5% vol/vol larutan nanokitosan, ditambahkan sebanyak 0,1 mL larutan nanokitosan konsentrasi 200 ppm ke dalam *liquid* SIK sebanyak 1,9 mL. Campuran antara larutan nanokitosan dan *liquid* SIK dimasukkan ke dalam botol *liquid* SIK kosong dan dicampurkan sampai homogen. Kelompok SIK modifikasi 10% *weight/weight* bubuk nanokitosan, dilakukan pencampuran bubuk nanokitosan sebanyak 0,05 gram dengan bubuk SIK sebanyak 0,45 gram. Selanjutnya, pada kelompok SIK modifikasi 5% *weight/weight* bubuk nanokitosan dilakukan pencampuran bubuk nanokitosan sebanyak 0,025 gram dengan bubuk SIK sebanyak 0,475 gram.

Pengambilan sampel menggunakan teknik *purposive sampling* sesuai dengan kriteria yang telah ditetapkan yaitu sampel silindris dengan diameter 4 mm dan tinggi 6 mm, sampel memiliki permukaan rata dan halus serta sampel tanpa fraktur. Jumlah sampel minimal sebanyak 1 sampel untuk setiap kelompok perlakuan. Sampel dibuat dengan menimbang bubuk SIK sebanyak 0,5 gram dan *liquid* SIK sebanyak 0,25 gram. Pengadukan dilakukan dengan membagi bubuk menjadi 2 bagian, bagian pertama diaduk selama 20 detik dan bagian kedua selama 10 detik. Hasil adukan yang telah homogen dimasukkan ke dalam *mould* yang telah dioleskan *vaseline*. Hasil adukan dimasukan ke dalam *mould* menggunakan *plastic instrument*. Setelah hasil adukan dimasukkan, ditutup dengan *mylar strip*, *glass plate* dan diberi pemberat 1 kg. Sampel dibiarkan mengeras selama 5 menit, kemudian pemberat, *glass plate* dan *mylar strip* dilepas. Setelah sampel dikeluarkan dari *mould*, diameter dan ketebalan sampel diukur menggunakan jangka sorong. Sampel dimasukkan ke dalam wadah plastik berisi kapas basah dan disimpan di dalam inkubator dengan suhu 37°C. Morfologi permukaan sampel dikarakterisasi menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) JEOL JSM 6510 LA di Laboratorium SEM Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Institut Teknologi Bandung dengan daya 15kV dan pada perbesaran 2000× dan 3500×. Perbesaran yang digunakan berdasarkan jurnal penelitian terdahulu. Semakin meningkatnya nilai perbesaran pada SEM maka morfologi permukaan yang terlihat akan semakin jelas.[16]

HASIL

Hasil penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2. Perbandingan morfologi permukaan antar kelompok uji pada perbesaran 2000× ditunjukkan pada Gambar 1. Hasil karakterisasi SEM pada kelompok A (kontrol) menunjukkan permukaan yang paling homogen. Hasil karakterisasi SEM pada perbesaran 3500× ditunjukkan pada Gambar 2. SIK konvensional (Gambar 2A) pada perbesaran 3500× dapat dilihat memiliki permukaan yang homogen dan hanya sedikit garis retakan. Kelompok perlakuan (Gambar 2B-E) menunjukkan permukaan yang tidak homogen dengan banyak garis retakan. Diantara kelompok perlakuan, permukaan sampel kelompok C (Gambar 2C) memiliki permukaan yang lebih homogen dan hanya sedikit garis retakan.

PEMBAHASAN

Morfologi suatu permukaan banyak diteliti menggunakan SEM yang dapat menganalisis struktur mikro dan menunjukkan gambaran yang berkaitan dengan morfologi dan topografi.[17] SEM memiliki keuntungan yaitu proses pembentukan gambarnya yang sederhana dan memiliki rentang pembesaran yang lebar.[18] Hasil Pengujian SEM yang dilakukan Kumar dkk[14] terhadap karakterisasi morfologi permukaan SIK modifikasi 10*wt*% nanokitosan menunjukkan adanya celah pada permukaan SIK konvensional yang artinya ikatan

antara komponen SIK lemah.[14] Penelitian Zhou dkk[20] menunjukkan SIK modifikasi 1 *wt*% dan 2*wt*% kitosan memiliki retakan yang lebih sedikit dibandingkan SIK konvensional.[20] Gambaran permukaan SIK modifikasi nanokitosan tidak menunjukkan adanya celah yang artinya ada peningkatan ikatan antara komponen pada SIK. Interaksi antara SIK dengan kitosan yaitu kitosan mampu berikatan dengan gugus hidroksil dari bubuk kaca dan gugus karboksil dari asam poliakrilat melalui ikatan hidrogen. Ikatan antara kitosan dengan komponen SIK dapat menurunkan tegangan permukaan antara komponen SIK sehingga dapat meningkatkan sifat SIK.[14]

Penelitian ini menunjukkan bahwa SIK modifikasi nanokitosan memiliki morfologi permukaan yang berbeda dengan SIK konvensional. Karakterisasi SEM sampel SIK nanokitosan pada penelitian ini menunjukkan permukaan yang tidak homogen, yang menunjukkan bahwa nanokitosan tidak berikatan dengan matriks SIK sehingga dapat dilihat banyak retakan pada permukaan sampel (Gambar 1. B-E dan Gambar 2. B-E). Hasil ini berbeda dengan penelitian sebelumnya. Hal ini mungkin disebabkan karena campuran antara larutan nanokitosan dan *liquid* SIK yang kurang homogen, serta cara pembuatan larutan nanokitosan yang berbeda dengan penelitian sebelumnya. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa permukaan SIK modifikasi nanokitosan tidak terdapat celah karena adanya peningkatan ikatan antara komponen SIK.[14] Pembuatan larutan nanokitosan pada penelitian lainnya mengenai SIK modifikasi nanokitosan dilakukan dengan melarutkan bubuk nanokitosan menggunakan asam asetat[19], sedangkan pada penelitian ini menggunakan larutan nanokitosan kumbang tanduk yang merupakan hasil formulasi penelitian lanjutan oleh Komariah dkk.[11]

Penelitian ini juga menunjukkan adanya pengaruh faktor perbedaan bentuk nanokitosan yang digunakan. Penambahan bubuk nanokitosan ke bubuk SIK menunjukkan gambaran permukaan yang kasar (Gambar 1D-E dan gambar 2D-E). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa SIK modifikasi nanokitosan memiliki permukaan yang halus.[14] Hal ini mungkin disebabkan karena bubuk nanokitosan tidak larut dalam *liquid* SIK, sehingga hasil adonan bubuk SIK yang dicampur bubuk nanokitosan memiliki tekstur yang kasar dan tidak mengkilap. Penambahan larutan nanokitosan ke *liquid* SIK menunjukkan gambaran permukaan yang lebih padat dibandingkan dengan permukaan sampel yang ditambahkan bubuk nanokitosan. Penelitian mengenai pengaruh bubuk nanokitosan yang ditambahkan ke SIK terhadap sifat fisik dan mekanik masih sedikit, sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai hal ini.

Hasil karakterisasi morfologi permukaan pada sampel SIK yang ditambahkan bubuk nanokitosan dapat dilihat bahwa semakin banyak bubuk nanokitosan yang ditambahkan, maka permukaan sampel menjadi semakin kasar. Penelitian sebelumnya menunjukkan SIK modifikasi nanokitosan memiliki permukaan sampel yang halus dibandingkan dengan SIK konvensional[14]. Sampel dengan penambahan bubuk nanokitosan 10% *weight/weight* menunjukkan lebih banyak partikel yang tidak larut, sehingga menghasilkan permukaan yang tidak padat (Gambar 1D dan 2D).

Sampel dengan penambahan bubuk nanokitosan 5% *weight/weight* menunjukkan permukaan sampel yang lebih padat (Gambar 1E dan 2E). Hasil yang sama juga ditunjukkan pada penambahan larutan nanokitosan 5% vol/vol dan 10% vol/vol pada SIK. SIK modifikasi 5% vol/vol larutan nanokitosan memiliki gambaran yang lebih homogen dengan lebih sedikit garis retakan jika dibandingkan dengan sampel SIK modifikasi 10% vol/vol larutan nanokitosan. Hasil ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilaporkan oleh Zhou dkk[20] yaitu melakukan modifikasi SIK dengan kitosan sebanyak 1*wt*%, 2*wt*% dan 4*wt*%, yang menunjukkan banyak retakan mikro pada permukaan sampel SIK konvensional.

Permukaan sampel SIK kitosan 1*wt*% menunjukkan lebih sedikit retakan mikro dan hampir tidak ada retakan mikro pada sampel SIK kitosan 2*wt*%. Retakan terlihat lebih banyak pada SIK kitosan 4 *wt*%. Hal ini disebabkan oleh semakin banyak kitosan yang dicampurkan ke dalam *liquid* SIK, maka komponen kitosan cenderung saling berikatan antara satu sama lain daripada dengan komponen SIK. Alasan tersebut yang menyebabkan terlihat lebih banyak retakan pada SIK kitosan 4*wt*% yang akan mempengaruhi sifat dari SIK.[20] Morfologi permukaan sampel yang menunjukkan retakan dikhawatirkan mempengaruhi sifat fisik dan mekanis dari suatu material, seperti meningkatnya kekasaran permukaan dan menurunnya ketahanan

terhadap fraktur. Hal ini dapat menyebabkan kegagalan restorasi.[21]

SIMPULAN

Peningkatan rasio nanokitosan kumbang tanduk (*Xylotrupes gideon*) pada SIK baik dalam bentuk bubuk maupun larutan meningkatkan keretakan pada morfologi permukaan SIK.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anusavice KJ, Shen C, Rawls HR. Phillips' Science Of Dental Materials. 12th ed. St. Louis : Elsevier. 2013. p. 320.
2. Sidhu SK, editor. Glass Ionomers In Dentistry. Switzerland : Springer International Publishing; 2016. p.1–24 .
3. Sundari I. Perbedaan kekasaran permukaan gic tanpa dan dengan penambahan kitosan setelah perendaman minuman isotonik. J Mater Kedokt Gigi. 2016;1(5):49–55.
4. Garg N, Garg A. Text book of operative denstistry. 3rd ed. Jaypee Brothers Medical Publisher; 2015. p. 432.
5. Guedes OA, Borges ÁH, Bandeca MC, Nakatani MK, de Araújo Estrela CR, de Alencar AHG, et al. Chemical and structural characterization of glass ionomer cements indicated for atraumatic restorative treatment. J Contemp Dent Pract. 2015;16(1):61–7. DOI: 10.5005/jp-journals-10024-1636.
6. Thariq MRA, Fadli A, Rahmat A, Handayani R. Pengembangan kitosan terkini pada berbagai aplikasi kehidupan: review. Proceeding of the National Seminar on Chemical Engineering-Technology Oleo Petro Kimia Indonesia. Pekanbaru; 2016. p. 49-63.
7. Erpaçal B, Adigüzel Ö, Cangül S, Acartürk M. A general overview of chitosan and its use in dentistry. Int Biol Biomed J. 2019;5(1):1–11.
8. Mishra A, Pandey RK, Manickam N. Antibacterial effect and physical properties of chitosan and chlorhexidine-cetrimide-modified glass ionomer cement. J Indian Soc Pedod Prev Dent; 2017; 35(1):28–33. DOI: 10.4103/0970-4388.199224.
9. Fidya, Effendi MC, Nurmawlidina MF. The influence of pandalus borealis shell nano chitosan on permanent teeth enamel integrity against caries. J Int Dent Med Res. 2019;12(2):487–91.
10. Abdeltwab W, Abdelaliem Y, Metry W, Eldeghedy M. Antimicrobial effect of chitosan and nano-chitosan against some pathogens and spoilage microorganisms . J Adv Lab Res Biol. 2019;10(1):8–15.
11. Komariah K, Ageng A, Kusuma I. Efek kombinasi asam valproat dan nano kitosan kumbang tanduk (*Xylotrupes gideon*) terhadap viabilitas dan sitotoksisitas sel kanker lidah (HSC-3). Proceedings of the national expert seminar. Jakarta; 2019. p. 161-7.
12. Komariah, Astuti L. Preparasi dan karakterisasi kitin yang terkandung dalam eksoskeleton kumbang tanduk rhinoceros beetle (*Xylotrupes gideon L*) dan kutu beras (*Sitophilus oryzae L*). Proceedings of the national seminar of biology IX FKIP UNS. Surakarta; 2012. p. 648-54.
13. Komariah, Callista F, Bustami A Del. Pretreatment nano kitosan dan nano kalsium (*X. gideon*) pada aplikasi home bleaching terhadap kekerasan email. Proceedings of the national intellectuals seminar. Jakarta; 2018; p. 417–22.
14. Kumar RS, Ravikumar N, Kavitha S, Mahalaxmi S, Jayasree R, Kumar TSS, et al. Nanochitosan modified glass ionomer cement with enhanced mechanical properties and fluoride release. Int J Biol Macromol. 2017;104(Pt B):1860–5. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2017.05
15. Ibrahim MA, Neo J, Esguerra RJ, Fawzy AS. Characterization of antibacterial and adhesion properties of chitosan-modified glass ionomer cement. J Biomater Appl. 2015; 30(4): 409-19. DOI: 10.1177/0885328215589672.
16. Munguía-Moreno S, Martínez-Castañón GA, Patiño-Marín N, Cabral-Romero C, Zavala-Alonso NV. Biocompatibility and surface characteristics of resin-modified glass ionomer cements with ammonium quaternary compounds or silver nanoparticles: An in vitro study. J Nanomater. 2018;2018:1–13. DOI: 10.1155/2018/6401747
17. de Carvalho Justo Fernandes ACB, de Assunção IV, Borges BCD, da Costa GdFA. Impact of additional polishing on the roughness and surface morphology of dental composite resins. Rev Port Estomatol Med Dent e Cir Maxilofac. 2016;57(2):74–81. DOI: 10.1016/j.rpemd.2016.03.004

18. Priya A, Singh A, Srivastava NA. Electron microscopy – an overview. Int J Students' Res Technol Manag. 2017;5(4):81–7. DOI:10.18510/ijsrtm.2017.5411
19. Mehta G, Sahu D, Bhatia D. Effect of chitosan nanoparticles on the fluoride release from two glass ionomer cements: an in- vitro study. Int J Oral Heal Med Res. 2019;6(2):14–9.
20. Zhou J, Xu Q, Fan C, Ren H, Xu S, Hu F, et al. Characteristics of chitosan-modified glass ionomer cement and their effects on the adhesion and proliferation of human gingival fibroblasts: an in vitro study. J Mater Sci Mater Med. 2019;30(3):39. DOI: 10.1007/s10856-019-6240-z.
21. Nilandasari G. Kekuatan tekan semen ionomer kaca tipe II setelah penambahan 8 % hidroksiapatit dari cangkang telur ayam ras (*Gallus gallus*) [skripsi]. Medan: Fakultas Kedokteran Gigi USU; 2018. h. 8.