

Perbedaan Kelarutan *Zinc Phosphate Cement* Konvensional dan *Zinc Phosphate Cement* Nano Pada Saliva Buatan Dengan pH 6,7

Linda Agustin*, Dini Rachmawati**

* Mahasiswa Program Studi Sarjana Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Brawijaya

** Dosen Program Studi Sarjana Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Brawijaya

Email: agustinlinda20@gmail.com, dinirachmawati.spkga@gmail.com

repository.ub.ac.id

ABSTRAK

Zinc Phosphate Cement merupakan bahan semen gigi yang digunakan dalam bidang kedokteran gigi, yang memiliki kelarutan relatif rendah dan apabila di pH yang rendah kelarutan akan tinggi. Pada penelitian ini, peneliti membuat *zinc phosphate cement* nano yang diharapkan dapat menghasilkan bahan semen gigi yang memiliki kelarutan yang lebih rendah daripada bahan konvensional sehingga dapat bertahan lebih lama dalam rongga mulut. **Tujuan:** untuk mengetahui perbedaan kelarutan antara *zinc phosphate cement* konvensional dan *zinc phosphate cement* nano pada saliva buatan pH 6,7 selama 24 jam. **Metode:** pembuatan bahan *zinc phosphate cement* nano dilakukan melalui metode *top down*, yaitu *milling*. Desain penelitian ini adalah *post test only design* karena tidak terdapat variabel kontrol. Analisis data statistik menggunakan uji t-test berpasangan dan *t t-test independen* dengan menggunakan 20 sampel, yaitu 10 sampel bahan nano dan 10 sampel bahan konvensional. **Hasil:** Terdapat perbedaan *zinc phosphate cement* konvensional dan *zinc phosphate cement* nano sebelum dan sesudah diberi perlakuan. *Zinc phosphate cement* konvensional memiliki nilai signifikansi 0,000 dan t-hitung 6,308. *Zinc phosphate cement* nano memiliki nilai signifikansi sebesar 0,000 dan t-hitung 16,207. Kelarutan *zinc phosphate cement* sebelum dan sesudah diberi perlakuan dengan metode perendaman saliva buatan pH 6,7 relatif terdapat perbedaan dengan nilai signifikansi sebesar 0,004 dan t-hitung 3,286. **Kesimpulan:** Kelarutan *zinc phosphate cement* nano lebih tinggi dari *zinc phosphate cement* konvensional.

Kata kunci: *Zinc phosphate cement* konvensional, *zinc phosphate cement* nano, kelarutan.

ABSTRACT

Zinc Phosphate Cement is a material of dental cement which is used in the field of Dentistry, which has relatively low solubility level and if at the low pH then the solubility level will increase. In this study, the researcher made nano *zinc phosphate cement* that is expected to produce dental cement material which has a lower solubility level than conventional material so it can last longer in the oral cavity. **Objective:** to find out the difference of solubility level of conventional *zinc phosphate cement* group and nano *zinc phosphate cement* on artificial saliva with pH 6,7 for 24 hours. **Method:** making of nano *zinc phosphate cement* material was conducted through *top down* method namely *milling*. The design of this study is post-test only design because there are no control variable. Statistical analysis using *paired samples t-test* and *independent sample t-test* with 20 samples, that is 10 samples of nano and 10 samples of conventional. **Result:** there is difference of solubility level of conventional *zinc phosphate cement* group and nano *zinc phosphate cement* before and after being treated. Conventional *zinc phosphate cement* has a significance value 0,000 and t-count 6,308. Nano *zinc phosphate cement* has a significance value 0,000 and t-count 16,207. Solubility of *zinc phosphate cement* before and after being treated in artificial saliva soaking with pH 6,7 relatively difference with a significance value 0,004 and t-count 3,286. **Conclusion:** the solubility of nano *zinc phosphate cement* is higher than conventional *zinc phosphate cement*.

Keywords: Conventional *zinc phosphate cement*, nano *zinc phosphate cement*, solubility.



A. PENDAHULUAN

Semen gigi merupakan bahan restorasi non logam yang memiliki kekuatan paling lemah dibandingkan bahan lainnya.^[2] Terdapat beberapa hal penting yang perlu diperhatikan dalam pembuatan semen gigi, yaitu memiliki daya tahan yang cukup kuat dalam menerima beban kunyah, tidak mudah larut dalam saliva, tidak mudah bocor, serta tidak toksik.^[16] Secara umum terdapat empat macam semen gigi dalam bidang kedokteran gigi, yaitu *zinc phosphate cement*, *polycarboxylate cement*, *glass ionomer cement*, dan *zinc oxide eugenol cement*.^[14]

Zinc phosphate cement merupakan bahan semen terlama dibandingkan semen lainnya, sehingga bahan semen ini digunakan sebagai tolak ukur bagi bahan material yang lebih baru.^[2] Kelebihan dari *zinc phosphate cement*, yaitu sebagai semen dasar sebelum dilakukan restorasi tetap dan memiliki kelarutan rendah. Namun, kekurangan bahan semen gigi ini adalah memiliki warna yang buram dan memiliki sifat *low crushing strength*.^[11] Berdasarkan tes spesifikasi *American Dental Association (ADA)*, *zinc phosphate cement* memiliki kelarutan yang lebih rendah apabila berada dalam saliva dengan pH normal sedangkan jika berada di dalam larutan asam organik *zinc phosphate cement* memiliki kecepatan kelarutan semen yang jauh lebih tinggi, seperti di asam laktat, asam asetat, terutama sitrat.^[2] Terdapat beberapa hal yang dapat mempengaruhi kelarutan semen gigi, yaitu komposisi semen, teknik, dan kondisi rongga mulut.^[3]

Berdasarkan keterbatasan yang dimiliki oleh *zinc phosphate cement*, kita dapat memanfaatkan salah satu perkembangan teknologi terbaru, yaitu nanoteknologi yang sedang berkembang pesat di Indonesia termasuk dalam bidang kesehatan. Berdasarkan teori *holepack*, perubahan ukuran material menjadi ukuran nanopartikel dapat mempercepat pembentukan semen dan meningkatkan kekuatan semen.^[14] Pengerasan semen akan semakin cepat apabila ukuran partikel bubuk semakin kecil.^[2] Nanopartikel merupakan partikel yang memiliki skala nanometer yaitu sekitar 1-100 nm dan memiliki keunggulan pada sifat kimia, fisika, dan biologis dibandingkan dengan partikel yang berukuran besar.^[8]

Kelebihan dari nanoteknologi adalah dapat menyebabkan peningkatan afinitas dari sistem karena dengan perubahan partikel menjadi ukuran

yang lebih kecil dapat menyebabkan luas permukaan menjadi lebih besar dalam jumlah

molekul yang sama.^[7] Selain itu, nanopartikel juga dapat menyebabkan terjadinya peningkatan kekerasan bahan semen gigi dan berkurangnya kebocoran serta penurunan kelarutan bahan semen gigi.^[9]

Berdasarkan hal di atas peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan memanfaatkan nanoteknologi, yaitu tentang perbedaan kelarutan *zinc phosphate cement* konvensional dengan *zinc phosphate cement nano* yang memiliki ukuran lebih kecil sehingga diharapkan dapat mengatasi keterbatasan yang dimiliki oleh *zinc phosphate cement* konvensional.

B. METODE PENELITIAN

1. Rancangan Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan merupakan eksperimental laboratorium. Desain penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah *post test only design* karena tidak terdapat variabel kontrol terhadap rancangan eksperimen pada penelitian ini.

2. Sampel Penelitian

Sampel yang digunakan adalah 10 sampel bahan *zinc phosphate cement* konvensional dan 10 sampel bahan *zinc phosphate cement nano* dalam bentuk silinder berdiameter 5 mm dan tinggi 3 mm.

3. Variabel Penelitian

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah *zinc phosphate cement* konvensional dan *zinc phosphate cement nano*. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kelarutan sampel *zinc phosphate cement* konvensional dan *zinc phosphate cement nano*.

4. Prosedur Penelitian

a. Persiapan Saliva Buatan

Penelitian ini menggunakan saliva buatan dengan rumus saliva buatan yang diciptakan oleh *McDougall*. Komposisi Saliva tersebut diantaranya, yaitu : 58,80 g NaHCO_3 ; 48 g $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; 3,42 g KCl ; 2,82 g NaCl ; 0,72 g $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; 0,24 g CaCl_2 dalam 6 liter *aquadest* sehingga menghasilkan pH 6,7.^[1]

b. Pembuatan Sampel

Tahap pertama, siapkan bahan *zinc phosphate cement* konvensional dan siapkan cetakan bentuk silinder yang terbuat dari sedotan

plastik dengan diameter 5 mm dan tinggi 3 mm sebagai tempat meletakkan kedua bahan sampel di atas *glass lab*. Tahap Kedua, letakkan double tip untuk melekatkan cetakan sampel agar cetakan tidak mudah bergerak. Tahap ketiga, *zinc phosphate cement* konvensional dimanipulasi dengan rasio *powder : liquid* adalah 1 scoop : 3 tetes (1,4 gr : 0,5 ml) menggunakan spatula semen dengan gerakan memutar.^[2] Tahap keempat, memasukkan hasil manipulasi sampel ke dalam cetakan, sampel ditekan dan diratakan dengan menggunakan semen *stopper*. Tahap kelima, sampel ditutup menggunakan *celluoid strip* yang di atasnya terletak *glass lab*. Tahap keenam, mengambil *glass lab* dan menunggu sampel *zinc phosphate cement* konvensional hingga mencapai *setting* dengan waktu ± 7 menit 10 detik. Tahap ketujuh, melepaskan *celluloid strip* dari permukaan dan mengeluarkan bahan sampel tersebut dari cetakan, harus dilakukan dengan hati – hati agar menghindari terjadinya distorsi.

Tahapan selanjutnya adalah melakukan manipulasi *zinc phosphate cement* nano. Tahap pertama, siapkan bahan *zinc phosphate cement* nano dan dimanipulasi dengan rasio *powder:liquid* adalah 1 scoop : 4 tetes dengan bantuan spatula semen. Tahap kedua, memasukkan hasil manipulasi ke dalam cetakan, sampel ditekan dan diratakan dengan menggunakan semen *stopper*. Tahap ketiga, menutup hasil manipulasi dengan menggunakan *celluoid strip* yang di atasnya terletak *glass lab*. Tahap keempat, *zinc phosphate cement* nano ditunggu hingga mencapai *setting*. Tahap kelima, melepaskan *celluloid strip* dari permukaan dan mengeluarkan bahan sampel tersebut dari cetakan, harus dilakukan dengan hati – hati agar menghindari terjadinya distorsi.

Seluruh sampel masing – masing dibuat sebanyak 10 buah untuk *zinc phosphate cement* konvensional (Kelompok I) dan *zinc phosphate cement* nano (Kelompok II). Selanjutnya, masing – masing kelompok sampel ditimbang dan dicatat beratnya sebagai berat awal.

c. Perlakuan Sampel

Setelah seluruh sampel telah mengeras dengan sempurna, hitung berat masing – masing kelompok sampel dengan menggunakan timbangan analitik dan dicatat sebagai berat awal. Tahapan selanjutnya adalah masing – masing kelompok sampel dimasukkan ke dalam suatu botol berbahan plastik yang berisi saliva buatan dengan pH 6,7 sesuai dengan keadaan rongga mulut. Botol tersebut disimpan ke dalam inkubator selama 24 jam dengan suhu $\pm 37^{\circ}\text{C}$.^[13] Setelah 24 jam, sampel dikeluarkan dari wadah botol plastik dan

diletakkan diatas kertas serap. Kemudian dimasukkan kedalam suatu wadah yang berisi *silica gel* selama satu jam dengan tujuan agar dapat menyerap sisa saliva yang berlebihan. Sampel yang telah dimasukkan ke dalam saliva buatan, dihitung dengan menggunakan timbangan analitik sebagai berat akhir.^[4]

d. Pengukuran Sampel

Pengukuran kelarutan sampel dihasilkan dengan cara menghitung selisih massa sampel sebelum perendaman dengan massa sampel setelah perendaman dan penyimpanan di inkubator $\pm 37^{\circ}\text{C}$.^[13] Perhitungan sampel menggunakan rumus $[(KL = M1-M2)/V]$. KL merupakan kelarutan sampel ($\mu\text{g}/\text{mm}^3$), M1 merupakan massa sampel sebelum perendaman (μg), M2 adalah massa sampel setelah dilakukan perendaman dan penyimpanan dalam inkubator selama 24 jam dengan suhu $\pm 37^{\circ}\text{C}$ (μg), dan V merupakan volume sampel (mm^3). Perhitungan volume menggunakan rumus $(V = \pi r^2 \cdot h)$, π adalah 3,14, R adalah jari-jari dari sampel (mm), h adalah tinggi sampel (mm).^[10]

e. Analisa Data

Setelah seluruh data telah terkumpul berdasarkan setiap kelompok sampel, terlebih dahulu dilakukan uji normalitas untuk mengetahui apakah data yang dihasilkan terdistribusi normal atau tidak. Uji normalitas yang digunakan adalah uji *Saphire-Wilk*. Kemudian dilakukan uji homogenitas untuk mengetahui apakah data yang dihasilkan homogen atau tidak. Apabila data yang dihasilkan tidak normal dan heterogen maka dilakukan uji *Mann-Whitney Test* dan apabila data yang dihasilkan normal dan homogen maka dilakukan *Independent T-Test* untuk melihat perbedaan kelarutan pada setiap kelompok sampel dengan taraf kepercayaan $\alpha = 5\%$.

C. HASIL PENELITIAN

A. Berat Sampel *Zinc Phosphate Cement* Konvensional

Tabel 1. Kelarutan *Zinc Phosphate Cement* Konvensional Berdasarkan Uji Statistik

	Kelarutan
Mean	0,0008
Standar Deviasi	0,00039
Min	0,0005
Maks	0,0011
N	10

Tabel diatas merupakan distribusi data nilai berat sampel *zinc phosphate cement* konvensional sebelum dan sesudah dilakukan perlakuan dengan perendaman saliva buatan pH 6,7 selama 24 jam. Dari tabel diatas dapat diketahui berat sampel *zinc phosphate cement* konvensional memiliki hasil rata - rata $0,0008 \pm 0,00039$ mg. Nilai terkecil 0,0005 mg dan nilai terbesar 0,0011 mg.

B. Berat Sampel Zinc Phosphate Cement Nano

Tabel 2. Kelarutan *Zinc Phosphate Cement* Nano Berdasarkan Uji Statistik

	Kelarutan
Mean	0,0013
Standar Deviasi	0,00025
Min	0,0011
Maks	0,0014
N	10

Tabel diatas merupakan distribusi data nilai berat sampel *zinc phosphate cement* nano sebelum dan sesudah dilakukan perlakuan dengan perendaman saliva buatan pH 6,7 selama 24 jam. Dari tabel diatas dapat diketahui berat sampel *zinc phosphate cement* konvensional memiliki hasil rata - rata $0,0013 \pm 0,00025$ mg. Nilai terkecil 0,0011 mg dan nilai terbesar 0,0014 mg.

C. Perbedaan Kelarutan Zinc Phosphate Cement Konvensional dan Zinc Phosphate Cement Nano

Tabel 3. Nilai Rerata (X) dan Simpangan Baku (SB) Selisih Kelarutan (dalam satuan mg)

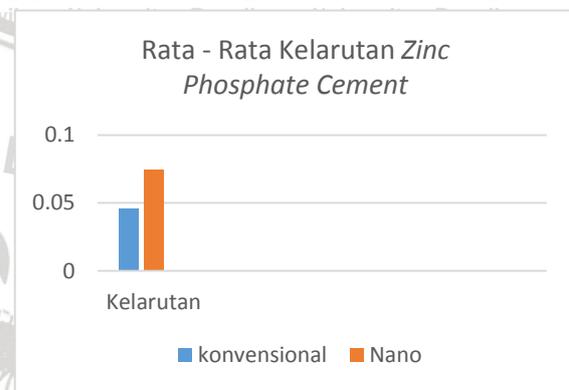
	N	Rerata	Simpangan Baku
Konvensional	10	0,0459420	0,02303049
Nano	10	0,0742140	0,01448083

Tabel diatas merupakan distribusi data nilai hasil pengukuran kelarutan sampel *zinc phosphate cement* konvensional dan nano sebelum dan sesudah dilakukan perlakuan dengan perendaman saliva buatan pH 6,7 selama 24 jam. Nilai tersebut diperoleh dengan menggunakan rumus berat awal (M1) dikurangi dengan akhir kemudian dibagi dengan volume sampel. Hasil nilai yang terkumpul, kemudian diolah dengan uji statistik. Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa selisih berat secara deskriptif terlihat kelarutan yang lebih besar pada bahan *zinc phosphate cement* nano dengan rerata sebesar $0,0742140 \pm 0,01448083$ mg. Sedangkan nilai rerata *zinc*

phosphate cement konvensional memiliki hasil rata - rata $0,0459420 \pm 0,01448083$ mg.

D. PEMBAHASAN

Berdasarkan data penelitian yang terkumpul dan dilakukan pengolahan uji statistika, dapat diketahui bahwa nilai rata - rata kelarutan *zinc phosphate cement* konvensional adalah 0.0459420 dan nilai rata - rata kelarutan *zinc phosphate cement* nano adalah 0.0742140. Dari hasil data tersebut dapat disimpulkan bahwa hasil pada penelitian ini tidak sesuai dengan hipotesis, yaitu *zinc phosphate cement* nano memiliki kelarutan yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelarutan *zinc phosphate cement* konvensional.



Secara teori, bila suatu bahan restorasi terendam dalam suatu cairan mulut, maka ada kemungkinan bahan tersebut mengalami pelarutan. Hal ini disebabkan karena terdapat partikel - partikel bahan restorasi yang terlepas dari matriks atau bisa disebut sebagai erosi. Salah satu faktor yang mempengaruhi kelarutan partikel adalah kontaminasi saliva. Cairan saliva terdiri dari 94,0% - 99,5% air dan memiliki derajat keasaman (pH) saliva didalam rongga mulut yang tidak pernah konstan atau sering berubah.^[6] Pelepasan ikatan partikel - partikel bahan akan mempengaruhi sifat fisik maupun kimia dari bahan restorasi, diantaranya adalah kelarutan bahan.^[3]

Tujuan pembuatan *zinc phosphate cement* nano adalah sebagai bahan yang dapat menyempurnakan *zinc phosphate cement* konvensional. Berdasarkan penelitian Prastyo dkk, 2012, menjelaskan bahwa bahan nanopartikel dapat meningkatkan kerapatan jarak antar partikel yang terbentuk sehingga ikatan antar partikel ikut meningkat. Jadi dengan adanya nanopartikel sifat mekanik bahan restorasi semakin meningkat. *Zinc phosphate cement* nano akan menyempurnakan celah antar ikatan partikel menjadi semakin rapat

karena tekstur dan ukuran yang lebih kecil dibandingkan dengan *zinc phosphate cement* konvensional.

Pada hasil penelitian ini didapatkan bahwa ada perbedaan kelarutan bahan setelah dilakukan perendaman saliva buatan pH 6,7 selama 24 jam antara kelompok I dan kelompok II, dimana kelompok II atau *zinc phosphate cement* nano memiliki kelarutan bahan yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok I atau *zinc phosphate cement* konvensional. Hal tersebut kemungkinan dapat terjadi karena beberapa faktor, yaitu ukuran antar partikel nano yang tidak homogen pada proses pembuatan nano dengan metode *milling*. Proses *milling* dapat menyebabkan partikel mengalami *aglomerasi* dan *cold welding* sehingga kemungkinan terjadi penggabungan partikel – partikel yang berukuran kecil menjadi struktur yang lebih besar. Semakin lama proses *milling* maka partikel cenderung semakin halus dan semakin teraglomerasi.^[5] Pada proses *milling* kemungkinan terjadi aglomerasi antar partikel tidak merata sehingga menyebabkan sebaran ukuran partikel yang tidak merata atau tidak homogen. Hal tersebut mempengaruhi karakterisasi hasil ukuran partikel dan sifat dari bahan nano, sehingga saat proses pendinginan partikel *zinc phosphate cement* yang berukuran nano tidak hanya melakukan kontak dengan partikel kecil lainnya tetapi juga dengan partikel yang berukuran besar.^[14]

Ukuran partikel yang tidak homogen dapat mengakibatkan berkurangnya kerapatan antar partikel dan penurunan sifat mekanik. Adanya celah akan mempermudah terjadinya kelarutan pada bahan *zinc phosphate cement* nano. Karakterisasi ukuran partikel nano yang sebaiknya dilakukan adalah *Scanning Electron Microscope* (SEM) untuk melihat sebaran ikatan antar partikel dan ukuran partikel apakah homogen atau tidak.^[15]

Selain itu, beberapa faktor yang diduga menjadi penyebab peningkatan kelarutan pada bahan *zinc phosphate cement nano* adalah perbandingan antara bubuk dan cairan yang digunakan pada penelitian ini menggunakan perbandingan 1 scoop : 4 tetes. Jumlah bubuk yang dicampurkan akan mempengaruhi sifat massa semen, semakin encer hasil manipulasi akan menyebabkan bahan restorasi semakin mudah larut.^[15] Rasio bubuk : cairan yang besar akan memberikan campuran yang lebih kental, *setting time* yang pendek, *strength* yang besar, dan daya larut yang lebih rendah.^[12] Perbandingan 1 scoop : 4 tetes kemungkinan belum memenuhi konsistensi hasil manipulasi yang tepat.

Waktu pengadukan juga dapat mempengaruhi kelarutan semen gigi, waktu pengadukan yang lebih lama dapat menyebabkan semen pecah karena matriks cenderung membentuk dan mengikat partikel bubuk yang tidak terlarut bersama.^[2] Akibatnya, hasil manipulasi tidak terbentuk dengan sempurna dan dapat mempengaruhi kelarutan semen. Selain itu, kontaminasi keadaan lingkungan rongga mulut seperti pH saliva yang berubah – ubah karena terpapar dari makanan atau minuman juga dapat mempengaruhi kelarutan dan ketahanan bahan semen gigi.^[3]

Akibat dari kelarutan yang tinggi pada semen gigi dapat berdampak pada hal – hal berikut, yaitu dapat merubah dimensi dan kontur margin dari bahan restorasi, penurunan retensi, perubahan warna, serta mempengaruhi sifat mekanis dari bahan restorasi.^[17] Adanya kelarutan pada bahan *zinc phosphate cement* konvensional (kelompok I) yang relatif rendah karena setiap semen gigi yang terkena saliva dalam rongga mulut dapat mengalami degradasi ion - ion matriks bahan.^[10]

Hal – hal yang berpengaruh pada penelitian ini, yaitu pembuatan bahan *zinc phosphate cement* nano, perendaman dalam saliva buatan dengan pH 6,7, waktu pengadukan, perbandingan rasio *powder* dan *liquid*. Durasi perendaman dalam saliva buatan dilakukan selama 24 jam. Ukuran sampel dengan diameter 5 mm dan tinggi 3 mm disesuaikan dengan penelitian sebelumnya mengenai kelarutan bahan. Penyimpanan sampel selama perlakuan didalam inkubator dengan suhu 37° C karena menyesuaikan dengan suhu normal rata - rata dalam rongga mulut manusia.

E. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dan dijelaskan pada bab sebelumnya, mengenai perbedaan kelarutan *zinc phosphate cement* konvensional dan *zinc phosphate cement* nano setelah perendaman dalam saliva buatan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. *Zinc phosphate cement* konvensional memiliki kelarutan yang relatif rendah, yaitu 0,0459420 mg.
2. *Zinc phosphate cement* nano memiliki kelarutan yang lebih tinggi dibandingkan *zinc phosphate cement* konvensional, yaitu sebesar 0,0742140 mg.
3. Terdapat perbedaan kelarutan yang bermakna dari *zinc phosphate cement* konvensional dan *zinc phosphate cement* nano.

F. SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, penulis memberikan saran untuk peneliti selanjutnya sebagai berikut:

1. Perlu penelitian lebih lanjut mengenai struktur apa saja yang terlarut pada perendaman saliva buatan pada bahan *zinc phosphate cement* konvensional dan *zinc phosphate cement* nano.
2. Perlu penelitian lebih lanjut mengenai konsistensi rasio *powder* dan *liquid* yang tepat pada *zinc phosphate cement* nano.
3. Perlu penelitian lebih lanjut mengenai sifat mekanis pada sampel setelah dilakukan perendaman saliva buatan pH 6,7.
4. Perlu dilakukan beberapa analisis karakterisasi ukuran partikel lebih lanjut pada bahan *zinc phosphate cement* untuk mengetahui ukuran dan homogenitas partikel nano yang terbentuk.

DAFTAR PUSTAKA

1. Adi P., Puspitasari A., dan Islami MU., 2015. Pengaruh Konsentrasi Rebusan Kelopak Bunga Rosella terhadap pH Saliva Buatan, *Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Gadjah Mada*, 1 (2): 157-159.
2. Anusavice K.J., *Phillips' science of dental materials*, 1996, Phillips : Buku Ajar Ilmu Kedokteran gigi, Budiman J.A dan Purwoko S. (penerjemah), 2003, EGC, Jakarta, Indonesia, hal. 477-480.
3. Chandran H., 2016. *Penyerapan Cairan Obat Kumur Klorheksidin 0,12% Pada Semen Ionomer Kaca Tipe II Setelah Perendaman 1,3,5 dan 7 hari*. Skripsi. Uసు e-Repository, Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Sumatera Utara, Medan.
4. Chatraintan F.S., 2010. *Perbedaan Kelarutan Tumpatan Semen Ionomer Kaca Modifikasi Resin dengan Semen Ionomer Kaca Konvensional Pada Penetasan Saliva Buatan pH 4*. Skripsi. Universitas Airlangga e-Repository, Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga, Surabaya.
5. Desiati RD., Sugiarti E., dan Ramadhany S., 2018. Analisa Ukuran Partikel Serbuk Komposit Nicalr Dengan Penambahan Reaktif Elemen Untuk Aplikasi Lapisan Tahan Panas. *E-journal Material Metalurgi LIPI*, 33 (1): 27-34.
6. Indriana T., 2011. Perbedaan Laju Aliran Saliva dan pH Karena Pengaruh Stimulus Kimiawi dan Mekanis, *Jurnal Kedokteran Meditek*, 17 (44): 2.
7. Kawashima, Y., Yamamoto, H., Takeuchi, H., and Kuno, Y., 2000. Mucoadhesive DLlactide/glycolide copolymer nanospheres coated with chitosan to improve oral delivery of elcatonin. *Pharmaceutical Development and Technology*, 5(1): 77-85.
8. Khan AK., Rashid., Murtaza., and Zahra., 2014. Gold Nanoparticles: Synthesis and Applications in Drug Delivery. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 13 (7): 1169.
9. Novitasari R., Siswanto., dan Astuti SD., 2013. Uji Antibakteri Nano Semen Gigi Zinc Oxide Eugenol. *Journal Universitas Airlangga*, 1 (2). 3-4.
10. Nugroho JJ., dan Husain H., 2014. Kelarutan Tumpatan Sementara Cavit dalam Rendaman Saliva buatan. *Dentofasial Jurnal Kedokteran Gigi*, 13 (2): 69-72.
11. Nugroho P., Satoto R., Sukartini E., Rahmini E., dan Karyaningih I., 2008. Pembuatan Semen Tambal Gigi Dengan Bahan Dasar Polimer, *Prosiding Pertemuan Ilmiah Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Bahan*, Serpong, hal.143.
12. Powers M.J., and Sakaguchi R.L., 2006. *Craig's Restorative Dental Materials*, 12th Ed., Mosby, St.Louis, Missouri, p.488-491.
13. Prakki, A., 2005. Influence of pH environment on polymer based dental material properties. *Elsevier Journal of Dentistry*, 91 (8):33.
14. Prastyo T.R., Wahyu E.R.W., Nofrizal., Wahyu D.N., Ikono R., Bambang W.W., Sukarto A., Siswanto, dan Rochman N.T., 2012. Pengaruh Nanopartikel ZnO Terhadap Strukturmikro Semen Gigi Seng Fosfat, *Prosiding Pertemuan Ilmiah Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Bahan*, Serpong, hal.28
15. Ricardo R.B., 2004. *Kebaikan Dan Keburukan Zinc Phosphate Cement Serta Penggunaannya Dalam Bidang Kedokteran Gigi*. Skripsi. Uసు e-Repository, Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Sumatera Utara, Medan.
16. Rochyani L., Aprilia, dan Astuti M.W., 2007. Daya Anti Bakteri Bahan Tumpatan Sementara Zinc Oxide Eugenol. *Denta Jurnal Kedokteran Gigi FKG-UHT*, 1 (2): 95.
17. Tuna S.H., and Keyf F., 2006. Water Sorption and Solubility of Provisional and

