PERBEDAAN NILAI COMPRESSIVE STRENGTH ANTARA SEMEN SENG FOSFAT KONVESIONAL DAN SEMEN SENG FOSFAT NANO

Universitas BrawRobby Kamajaya*, Dini Rachmawati**wijaya Universitas Brawijaya

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

Email: kamajayarobby@gmail.com, dinirachmawati.spkga@gmail.com Brawijaya

Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya

Semen seng fosfat merupakan bahan semen gigi yang masih banyak digunakan hingga kini. Salah satu kelemahan semen seng fosfat adalah sifat mekanisnya yang relatif rendah. Pada penelitian ini, dilakukan penelitian tentang kuat tekan semen seng fosfat konvensional dan nano. **Tujuan** dari penelitian ini untuk mengetahui perbedaan nilai kuat tekan antara semen seng fosfat konvensional dan nano. Jenis penelitian yang digunakan adalah post test only group design yang dilakukan di laboratorium. Bahan yang digunakan adalah semen seng fosfat konvensional dan semen seng fosfat nano. Metode yang dilakukan diawali dengan pembuatan semen seng fosfat nano menggunakan metode milling. Setelah semen seng fosfat nano terbentuk dilakukan uji XRD dan PSA untuk memastikan ukuran partikel dan tingkat kemurnian dari bubuk semen seng fosfat nano. Kemudiandilakukan manipulasi dan pencetakkan tablet sebanyak 9 buah untuk setiap kelompok. Ukuran tablet semen memiliki tebal 2 mm dan diameter 14 mm. Proses pembuatan tablet dilakukan secara manual kemudian dilakukan uji kuat tekan menggunakan universal testing mechine. Kuat tekan semen seng fosfat nano dibandingkan dengan semen seng fosfat konvensional. Data dianalisa menggunakan uji independent T-Test, didapatkan hasil p = 0,000, hasil tersebut menunjukkan p< 0.05. Hasil penelitian menunjukkan analisis X-Ray Diffractometer (XRD) menunjukan partikel bubuk tersebut adalah seng fosfat, serta hasil Scanning Electron Microscope (SEM) menunjukkan ukuran partikel sebesar 627 nm. Nilai rata-rata kuat tekan semen seng fosfat nano lebih besar dibandingkan dengan semen seng fosfat konvensional. Kesimpulan penelitian ini adalah terdapat perbedaan kekuatan tekan antara semen seng fosfat konvensional dan semen seng fosfat nano. Kata kunci: Nanopartikel, Semen Seng Fosfat, Kuat Tekan.

ABSTRACT

Zinc phosphate cement is a dental cement material that is still widely used today. One of the disadvantages of zinc phosphate cement is its relatively low mechanical properties. In this study, research was conducted on the compressive strength of conventional and nano zinc phosphate cement. The purpose of this study was to determine the differences in the value of compressive strength between conventional and nano zinc phosphate cement. The type of research used was post test only group design carried out in the laboratory. The materials used are conventional phosphate zinc cement and nano zinc phosphate cement. The method carried out begins with making zinc phosphate nano cement using the milling method. After nano zinc phosphate cement was formed XRD and PSA tests were carried out to ascertain the particle size and purity level of the nano zinc phosphate cement powder. Steering is done by manipulating and printing 9 tablets for each group. The size of the cement tablet has a thickness of 2 mm and a diameter of 14 mm. The tablet making process is done manually then the compressive strength test is done using universal testing mechine. Compressive strength of nano zinc phosphate cement compared to conventional zinc phosphate cement. Data was analyzed using the independent T-Test, the results obtained p = 0.000, these results show p < 0.05. The results showed the X-Ray Diffractometer (XRD) analysis showed that the powder particles were zinc phosphate, and the results of Scanning Electron Microscope (SEM) showed a particle size of 627 nm. The average compressive strength of nano zinc phosphate cement is greater than that of conventional zinc phosphate cement. The conclusion of this study is that there is a difference in compressive strength between conventional zinc phosphate cement and nano zinc phosphate cement.

Keywords: Nanoparticles, Phosphate Zinc Cement, Compressive Strength.

A. PENDAHULUAN

Semen gigi merupakan bahan penambal gigi pada mahkota gigi yang hilang. Secara umum terdapat empat macam semen gigi yang digunakan dalam bidang kedokteran gigi yaitu: semen seng fosfat (zinc phosphate cement), semen polikarboksilat (polycarboxylate semen gelas ionomer (glass ionomer cement). cement), dan semen seng oksida dan eugenol (zinc oxide and eugenol cement) (Anusavice, 2003)2 awijaya Universitas Brawijaya Universitas

semen gigi yang digunakan pada penelitian ini adalah semen seng fosfat karena semen tersebut merupakan semen yang sampai saat ini masih sering digunakan, dan masih banyak tersedia di pasaran. Semen seng fosfat memiliki kelebihan memiliki ketahanan yang cukup selama berada di dalam rongga mulut karena memiliki daya larut yang rendah terhadap saliva (Anusavice, 2003). Namun semen seng fosfat juga memiliki kelemahan, diantaranya adalah waktu pembentukan semen yang cukup lama serta kekuatan tekan yang relatif rendah (Prastyo, 2012). Un

Semen seng fosfat digunakan sebagai basis dan lutting pada bidang konservasi. Berfungsi sebagai retensi protesa seperti inlay, onlay, mahkota, serta jembatan gigi (Anusavice, 2003). Lapisan semen yang digunakan untuk lutting memiliki syarat ketebalan maksimum sebesar 25 µm dan kekuatan tekan minimum sebesar 70 MPa. Lutting berbahan semen seng fosfat memiliki kuat tekan yang relatif rendah (McCabe, 2014). Universitas

penelitian sebelumnya, pemakaian semen PCC (Portland Composite Cement) dengan bubuk berbahan nanopartikel dapat meningkatkan sifat mekanik material yang terbentuk (Fadlillah, 2014). Acuan tersebut coba diaplikasikan dalam pembuatan semen seng fosfat dengan bubuk berbahan berbahan nanopartikeli dengan harapan akan menambah Brawijaya kekuatan awitekan nivesemen rawiseng Uni fosfats Brawijaya nano center menggunakan metode milling. kon vensional aya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya

sangat banyak Udilakukan aw Menggunakan Brawijaya 14 mm setebal 2 mm sehingga didapatkan berbagai cara dan terus dikembangkan oleh para peneliti. Begitu pula pada perkembangan di bidang kedokteran gigi pemakaian dental material berbasis nano menjadi sangat populer dalam desain dan penggunaannya. Hal tersebut dikarenakan sifat fisika dan kimia pada

nanomaterial berbeda dengan material asalnya. Salah satu sifat dari nanomaterial adalah meningkatkan sifat kuat tekan (Andrew, 2011).

Oleh karena hal tersebut penulis melakukan penelitian dengan membuat semen seng fosfat dengan merubah partikel bubuknya menjadi membandingkan ukuran nano dan nilai compressive strength pada semen seng fosfat nano dengan semen seng fosfat konvensional.

B. METODE PENELITIAN TAS Brawijava awijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya

Rancangan penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah post test only group design karena tidak memerlukan *pre test* eksperimen. Pada penelitian ini dilakukan uji laboratorium yang bertujuan untuk mengetahui perbedaan nilai kuat tekan semen seng fosfat konvensional dengan semen seng fosfat nano.

2. Sampel Penelitian

Pada penelitian ini sampel yang digunakan adalah semen seng fosfat konvensional dan semen seng fosfat nano.

3. Variabel Penelitian

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah semen seng fosfat konvensional dan semen seng fosfat nano. Variabel terikat pada penelitian ini adalah compressive strength semen seng fosfat konvensional dan semen seng fosfat nano. Variabel terkendali dalam penelitian ini antara lainadalah cara pembuatan tablet semen seng fosfat dan ukuran benda uji

Prosedur Penelitian rsitas Brawijaya

Persiapan dan Pemilihan Bahan

Zinc phosphat cement yang digunakan dalam penelitian ini adalah zinc phosphat cement konvensional yang didapatkan dari toko bahan kedokteran gigi dan zinc phosphat cement nano yang didapatkan dari

wijaya Universitas Brawijaya embuatanyananomaterial raakhir-akhirarsinis Brawijaya plastik berbentuk silindris dengan diameter Brawijaya cetakan berupa cetakan tablet. Brawijaya

b. Pengelompokan Sampel

Sebanyak 18 sampel dibagi menjadi 2 kelompok yang masing-masing terdiri dari 9 sampel. Kelompok I adalah semen seng fosfat dengan komposisi *powder* berukuran konvensional. Kelompok II adalah semen seng fosfat dengan komposisi *powder* berukuran nano.

berukuran nano.

Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya

Sintesis Bubuk Nano Semen Seng Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya

Semen seng fosfat nano memiliki komposisi yang sama dengan semen seng fosfat konvensional. Produk semen seng fosfat didapatkan dari toko yang menyediakan bahan kedokteran gigi.

Perubahan ukuran partikel bubuk semen seng fosfat dilakukan menggunakan metode milling selama 10 menit.

Karakterisasi hasil sintesis nanopartikel semen seng fosfat dilakukan dengan menggunakan uji SEM dan XRD (Pengujian Difraktometer Sinar-X). Dari hasil uji XRD didapatkan informasi berupa komponen fasa yang terbentuk beserta ukurannya.

d. Tahap Pelaksanaan Kelompok I

Dipersiapkan glasslab yang berisi powder berukuran konvensional dan liquid semen seng fosfat dengan perbandingan 3:3, kemudian *powder* dibagi menjadi tiga bagian. Penetesan liquid dengan cara membalikkan botol tegak lurus, sedangkan pengukuran powder menggunakan sendok ukur sediaan pabrik ukuran tiga sebanyak dua scoop. Dilakukan pencampuran powder ke dalam liquid sebagian demi sebagian. Pada tiap bagian dilakukan pencampuran dengan gerakan memutar menggunakan spatula semen. Kemudian dilakukan a pengadukan a setiap Unbagian Bra sebelumaya Udilakukan rawija penambahan Bi berikutnya hingga homogen, ditandai oleh tidak terputusnya semen ketika ditarik menggunakan spatula semen. Lalu mengaplikasikan rsitas segera Univ hasil Brawijaya pencampuran bubuk dan cairan pada Brawijaya cetakan yang sudah disiapkan. Kemudian Brawijaya diaplikasikan Inivernenggunakan Unifilling Brawijaya instrument plastic pada cetakan. Setelah Brawijaya membuang kelebihan Universitäs Brawijaya menggunakan stone yang dipasangkan pada handpiece. Kemudian keluarkan hasil cetakan dan simpan.

e. Tahap Pelaksanaan Kelompok II

Dipersiapkan glasslab yang berisi powder berukuran nano dan liquid semen seng fosfat dengan perbandingan 3:4 (sesuai dengan penelitian pendahuluan), kemudian powder dibagi menjadi 3 bagian. Penetesan liquid dengan cara membalikkan botol tegak lurus, sedangkan pengukuran powder menggunakan sendok ukur sediaan pabrik ukuran tiga sebanyak scoop. Dilakukan pencampuran powder ke dalam liquid sebagian demi sebagian. Pada tiap bagian dilakukan pencampuran dengan gerakan memutar menggunakan spatula semen. Kemudian dilakukan pengadukan setiap bagian sebelum Brawdilakukan penambahan berikutnya hingga homogen, ditandai oleh tidak terputusnya semen ketika ditarik menggunakan spatula semen. Lalu mengaplikasikan a Univ segera rawijay hasil pencampuran bubuk dan cairan pada cetakan yang sudah disiapkan. Kemudian menggunakan diaplikasikan instrument plastic pada cetakan. Setelah setting, membuang kelebihan semen menggunakan stone yang dipasangkan pada handpiece. Kemudian keluarkan hasil cetakan dan simpan sitas Brawijaya

f. Penyimpanan Sampel as Brawijaya

Sampel disimpan pada wadah dengan suhu kamar 23°C ± 2°C dengan wadah yang tertutup rapat selama 24 jam.

g. Pengukuran Compressive Strength

Menghidupkan iversit mesin vijaya dan memasang aksesori alat, sesuai dengan sampel yang akan dianalisa memakai tekanan. Kemudian Kursor ditempatkan di ZERO dan di ON kan supaya antara alat uji dan monitor computer menunjukkan angka ta sama japada ji waktu B pengujian. Meletakkan sample dibawah aksesoris penekan sampel dengan aksesoris penahan sample. Menempatkan sampel tablet kelompok 1 dan 2 satu persatu pada posisi yang telah tersedia. Kursor diletakkan pada tombol berwarna merah, dan di ON kan sehingga computer secara otomatis akan mencatat gaya (N) dan jarak yang ditempuh oleh tekanan terhadap sample. Menekan tombol panah ke bawah untuk melakukan penekanan (Compression)

Menggerakkan crosshead ke permukaan sampel dan menekan hingga sampel terbelah menjadi 2. Fraktur dari sampel dapat diketahui dari terbelahnya tablet semen seng fosfat. Setelah pengujian selesai tekan tombol kotak untuk berhenti dan menyimpan data as Brawijaya Universitas Brawi

Awijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawi Analisa Datarsitas Brawijaya Universitas Brawi

Hasil penelitian ini berupa nilai kuat tekan yang dianalisis secara statistik dengan program komputer dengan nilai signifikansi 0.05 (p=0.05) dan enilais kepercayaan 95% (a= 0.05) menggunakan metode T-test. Uji normalitas dengan menggunakan uji Shapiro-Wilk karena jumlah sampel <50 untuk mengetahui penyebaran data penelitian normal atau tidak dan uji s homogenitas menggunakan nive ujias Br Levene mengetahui ragam data tersebut homogen atau tidak. Jika data yang diperoleh berdistribusi normal dan data penelitian homogen maka uji statistika dapat dilanjutkan menggunakan uji T- test.

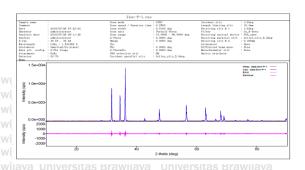
Hipotesa penelitian ditentukan sesuai dengan rumusan masalah penelitian, yaitu H_o diterima apabila nilai signifikansi (sig.) < 0.05. Ho dari penelitian ini adalah terdapat perbedaan nilai compressive strength antara semen seng fosfat nano semen seng fosfat konvensional, sedangkan H₁ dari penelitian ini adalah tidak terdapat perbedaan nilai compressive strength antara semen seng fosfat nano dan semen useng fosfat konvensional. Analisis data tidak perlu dilakukan uji korelasi dan regresi karena hanya terdapat dua kelompok data. kelompok data. kelompok data. Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya

HASIL PENELITIAN Brawijaya Universitas Brawi

Karakterisasi Unidilakukan wi menggunakan Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya XRD untuk mengidentifikasi jenis partikel dan Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya PSA untuk melihat ukuran partikel. Hasil XRD Tabel I menunjukan besar nilai menunjukkan bahwa *peak* dari partikel tersebut sesuai dengan *peak* seng fosfat.

**Compressive strength sampel 1 dan sampel dalam satuan Mpa.

Gambar 1 menunjukkan hasil XRD bahwa Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya peak dari partikel tersebut sesuai dengan peak Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya awijaya Universitas Brawijaya Unifosfatis Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya



Brawijaya Gambar 2. Hasil PSA menunjukkan bahwa ukuran rata-rata partikel tersebut sebesar 627.6 nm. Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya

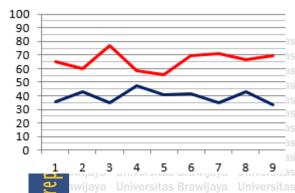
	No	Data	Repet. No	рН	Ave.Diameter(nm)	PD	Mean.(nm) D	(10%) (nm)	D (50%) (nm)	D (90%) (nm)
	1	IF2018080717-3_20130110_144407_1	1	NA	1222.5	-0.324	894.0	781.2	878.7	989.6
	2	IF2018080717-3_20130110_144407_2	2	NA	791.3	-0.221	625.1	530.8	613.0	709.1
į	3	IF2018080717-3_20130110_144407_3	3	NA	873.7	-0.322	681.5	570.7	667.7	782.8
		Average :			962.5	-0.289	733.5	627.6	719.8	827.2

Tabel I. Hasil penelitian compressive strength dari kedua kelompok va Universitas Brawijaya

dan data penelitian ji statistika dapat	Kelompo k	Tablet semen seng fosfat	Tablet semen	
akan uji T- test.	Sampel	konvensional	seng	
an ditentukan sesuai			fosfat	
alah penelitian, yaitu			nano	
ilai signifikansi (sig.) enelitian ini adalah	1	35,41	65,06	
nilai compressive	2	32,69	60,12	
en seng fosfat nano fosfat konvensional,	3	34,50	77,18	
penelitian ini adalah	4	47,67	58,57	
aan nilai compressive	5	40,63	55,84	
en seng fosfat nano fosfat konvensional.	6	41,77	69,24	
perlu dilakukan uji	7	34,96	70,85	
karena hanya terdapat as Brawijaya Universitas Brawi	8	42,68	66,29	
as Brawijaya Universitas Brawi NBrawijaya Universitas Brawi		33,14	69,69	
as Brawijaya Universitas Brawi	aya universitas bra	wijaya universita	аѕ вгашіјауа	

Braw compressive strength sampel 1 dan sampel 2

Gambar 3. Hasil Data Setting Time



Garis biru menunjukkan nilai kuat Brattekan smen seng fosfat konvensional dan garis merah menunjukkan nilai kuat tekan semen Bratseng fosfat nano

D. PEMBAHASAN rsitas Brawijaya

Semen seng fosfat memiliki kelemahan yaitu kekuatan tekan yang relatif rendah (Prastyo, 2012). Untuk meningkatkan kekuatan tekan dilakukan perubahan ukuran partikel meniadi lebih kecil (Meenakshi, 2012). Hasil milling dilakukan karakterisasi untuk mengetahui jenis partikel menggunakan XRD. Hasil XRD menunjukkan terdapat lebih dari 3 gambaran puncak (garis biru) yang sesuai dengan puncak pada database (garis merah) yang merupakan partikel dari seng fosfat, sehingga dapat disimpulkan bahwa partikel tersebut adalah seng fosfat. Setelah dipastikan bahwa partikel tersebut adalah seng fosfat, dilakukan karakterisasi untuk mengetahui menggunakan SEM. Hasil SEM ukuran menunjukkan ukuran partikel 627 nm yang masih belum mencapai ukuran partikel 0-300 sehingga untuk mendapatkan ukuran lebih kecil perlu diadakan partikel yang penelitian lebih lanjut menggunakan metode yang mampu menghasilkan ukuran partikels yang diharapkan. Melihat asal mula ukuran partikel semen seng fosfat konvensional sebesar 30 mikrometer diubah menjadi 627 nanometer, Ball Milling telah prosedur merubah ukuran partikel secara signifikan. Perubahan ukuran partikel akan mempengaruhi nilai kuat tekan dari suatu material (Heiligtag and Niederberger, va 2013). aw Hal Utersebut dibuktikan dengan melakukan uji kuat tekan antara kedua kelompok sampel. Dari hasil uji didapatkan tekan nilai rata-rata perhitungan kedua kelompok sampel semen seng fosfat tersebut. Besar kuat tekan dari

semen seng fosfat konvensional adalah 38.16 MPa dan besar kuat tekan dari semen seng fosfat nano adalah 65.87 MPa. Perubahan ukuran partikel terbukti dapat meningkatkan nilai kuat tekan sebesar 27.71 MPa. Hasil penelitian tersebut menunjukkan terdapat perbedaan kekuatan tekan antara semen seng fosfat konvensional dan semen seng fosfat nano, dimana nilai kuat tekan semen seng fosfat nano lebih besar dari semen seng fosfat konvensional. Hasil tersebut sesuai dengan penjelasan Heiligtag and Niederberger, 2013 serta Andrew, 2011. Bahwa peningkatan nilai kuat tekan pada semen seng fosfat nano dikarenakan ukuran partikel nano memiliki dimensi yang lebih kecil. Dengan dimensi partikel yang lebih kecil, permukaan area partikel akan menjadi lebih luas. Sehingga kepadatan suatu tingkat properti meningkat. Hal tersebut mengakibatkan nilai kuat tekan dari suatu materi juga akan meningkat (Heiligtag and Niederberger, 2013). Selain karena tingkat kepadatan suatu materi yang lebih tinggi, peningkatan kuat tekan yang terjadi dikarenakan perubahan sifat adhesif suatu material karena perubahan ukuran yang menjadi lebih kecil. partikel Berdekatannya antar partikel suatu material mengakibatkan terjadinya interaksi skala molekuler antar partikel dalam membentuk sebuah material. Pada partikel berukuran nano terjadi peningkatan kekuatan adhesif (tarik menarik) antar partikel. Peningkatan kekuatan adhesif antar partikel pada suatu material akan meningkatkan nilai kuat tekan dari semen seng fosfat (Andrew, 2011). Universitas Brawijaya wijaya Universitas Brawijaya

E. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan mengenai perbedaan pilai compressive strength antara semen seng fosfat konvensional dan semen seng fosfat nano maka dapat ditarik kesimpulan bahwa:

- a. Rata-rata nilai *compressive strength* semen seng fosfat konvensional sebesar 38.16 MPa
- b. Rata-rata nilai *compressive strength* semen seng fosfat nano sebesar 65.87 MPa rawijaya
- c. Terdapat perbedaan nilai compressive strength antara semen seng fosfat konvensional dan semen seng fosfat nano. Dimana nilai compressive strength semen seng fosfat nano lebih besar dari pada semen seng fosfat konvensional.

F. **SARAN**

Sebagai saran dari penelitian yang sudah dilakukan agar dapat lebih dikembangkan lagi secara lebih menyeluruh dis masa yang rakans Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya datang maka diajukan beberapa saran sebagai Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya berikut a. Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya pembuatan wija semen vers seng raw fosfat univ nanos Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya menggunakan ya metode ita yang zija lain Ini untuks Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya mendapatkan ukuran partikel dibawah 600 nm.as Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya dilakukan Penelitian i lebih lanjut Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya mengenai sifat mekanik semen seng fosfat nano Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya yang lain.

DAFTAR PUSTAKArsitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya

- Andrew, W. W. 2011. Emerging 1. Nanotechnologies in Dentistry. 2nd Ed., St Louis, USA: Elsevier.
- 2. Anusavice, K.J. Phillip's science of dental materials, 1996, Phillips: Buku Ajar Ilmu Bahan Kedokteran Gigi. Budiman J.A dan Purwoko S. (penerjemah), 2003, EGC, Jakarta, Indonesia, hal. 477-480.
- 3. Fadlillah, D.A., Sustiawan F., Lie, H.A., Purwanto, Pengaruh Komposisi Nano Semen Terhadap Kuat Tekan Mortar, 2014, 3 (4): 1031-1042.
- Heiligtag, F. J., Nierderberger M., 2013. 4. The fascinating world of nanoparticle research. Mater. Today.
- McCabe, JF., & Walls, A. W. G., Applied 5. Dental Materials, 9th, Edition, 2008, Bahan Kedokteran Gigi, Sunarintyas (penerjemah), dan Mustaqimah D. N., 2014, EGC, Jakarta, Indonesia hal 389-394. awijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya
- Meenakshi, Un S.D., tas B Rajarajan, niver M., Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya 6. Rajendran. Elixir Nanotechnology, 2012, Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya 0618-10620. versitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya
- 7. Prastyo Ta R.J. Wahyu E.R.W., Nofrizalas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya dkk. 2012., Pengaruh Nanopartikel ZnO Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Terhadap Strukturmikro Semen Gigi Seng Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Fosfat, Prosinding Pertemuan Ilmiah Ilmu

 Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Pengetahuan Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Serpong hal 27-30 sitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya

vijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya as Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya wijaya Universitas Brawijaya Universitas Prawijaya Universitas Brawijaya