

**PERBEDAAN NILAI KEKERASAN SEMEN SENG FOSFAT
NANO DENGAN SEMEN SENG FOSFAT KONVENSIONAL**

SKRIPSI

**UNTUK MEMENUHI PERSYARATAN
MEMPEROLEH GELAR SARJANA**



Oleh:

DELANY AYU AGNES FRANSISCA

155070400111006

**PROGRAM STUDI SARJANA KEDOKTERAN GIGI
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

2018



HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

**PERBEDAAN NILAI KEKERASAN SEMEN SENG FOSFAT
NANO DENGAN SEMEN SENG FOSFAT KONVENSIONAL**

Oleh:

DELANY AYU AGNES FRANSISCA

155070400111006



**Menyetujui untuk diuji,
Pembimbing**

drg. Lalita El Mila, M.Si

NIK. 2013048706302001



HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

**PERBEDAAN NILAI KEKERASAN SEMEN SENG
FOSFAT NANO DENGAN SEMEN SENG FOSFAT
KONVENSIONAL**

Oleh:

DELANY AYU AGNES FRANSISCA

155070400111006



**Menyetujui untuk diuji,
Pembimbing**

drq. Lalita El Mila, M.Si

NIK. 2013048706302001

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, didalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik disuatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiasi, saya bersedia skripsi ini digugurkan.

Malang, September 2019

Yang menyatakan,



Delany Ayu A F

15507040011006



PERBEDAAN NILAI KEKERASAN SEMEN SENG FOSFAT NANO DENGAN SEMEN SENG FOSFAT KONVENSIONAL

Delany Ayu Agnes Fransisca*, drg. Lalita El Mila, M.Si**

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

Semen seng fosfat merupakan bahan semen tertua sehingga menjadi tolok ukur bagi semen yang digunakan dalam dunia kedokteran gigi. Semen seng fosfat memiliki kelebihan yaitu konduktifitas termal rendah, murah, dan *setting time* cepat. Namun semen seng fosfat juga memiliki kelemahan yaitu *working time* yang relatif lama serta kekerasan relatif kecil tergantung dari ukuran powder. Kekerasan merupakan kemampuan permukaan suatu bahan untuk menahan beban indentasi atau penetrasi. Untuk mengatasi kekerasan yang relatif lebih kecil dari semen seng fosfat konvensional maka ukuran partikel dirubah menjadi berukuran nano. **Tujuan:** Untuk mengetahui perbedaan nilai kekerasan semen seng fosfat nano dengan semen seng fosfat konvensional. **Metode:** Jenis penelitian yang digunakan adalah *experimental laboratoris* dengan analisis data statistik dengan menggunakan Uji independent T-Test. 10 sampel semen seng fosfat konvensional dibuat dengan rasio 1 scoop

:3 tetes semen seng fosfat konvensional, sedangkan 10 sampel semen seng fosfat nano dibuat dengan rasio 1 scoop

:4 tetes semen seng fosfat nano. Setelah itu, dilakukan pengujian kekerasan Vickers dengan dilakukan penekanan pada permukaan sample menggunakan intan berbentuk pyramid dengan sudut 136° , nilai kekerasan masing-masing sample diperoleh dari rata-rata VHN tersebut. **Hasil:**

Perbedaan yang tidak signifikan antara semen seng fosfat nano dan semen seng fosfat konvensional dengan $p = 0,886$.

Kesimpulan: Pengubahan ukuran semen seng fosfat konvensional menjadi ukuran nano tidak meningkatkan kekerasannya secara signifikan.

Kata kunci: semen seng fosfat konvensional, semen seng fosfat nano, kekerasan.



THE DIFFERENCE OF THE HARDNESS VALUE OF NANO ZINC PHOSPHATE CEMENT AND CONVENTIONAL ZINC PHOSPHATE CEMENT

Delany Ayu Agnes Fransisca, drg. Lalita El Mila, M.Si***

** Student of Undergraduate Dentistry Study Program Dentistry Faculty Brawijaya University*

*** Lecturer of Undergraduate Dentistry Study Program Dentistry Faculty Brawijaya University*

Zinc phosphate cement is the oldest material cement therefore it becomes a benchmark for cements used in dentistry. Zinc phosphate cement has advantages such as low thermal conductivity, cheap, and fast setting time. However, zinc phosphate cement also has weaknesses such as the relatively long working time and relatively small hardness depends on the powder size. Hardness is the surface's ability of a material to hold the indentation or penetration loads. To overcome the hardness that relatively smaller than zinc phosphate cement so the particle size change to be nano.

***Purpose:** To determine the difference of the hardness value of nano zinc phosphate cement and conventional zinc phosphate cement. **Method:** This research is an experimental laboratory research with statistic data analysis with Independent T-Test.*

10 samples of conventional zinc phosphate cement is made by the ratio of 1 scoop : 3 drops of conventional zinc phosphate

cement, whereas 10 samples of nano zinc phosphate cement is made by the ratio of 1 scoop : 4 drops of nano zinc phosphate cement. Then, the Vickers hardness test is carried out with a pressure to the sample's surface by using pyramid form of diamond with an angle of 136° , the hardness value of each sample obtained by the average of VHN. **Result:** Showed there were no significant difference between nano zinc phosphate cement and conventional zinc phosphate cement with $p = 0,886$. **Conclusion:** The size change of zinc phosphate cement into nanosized didn't increase the hardness significantly.

Keywords: conventional zinc phosphate cement, nano zinc phosphate cement, hardness.



KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena atas rahmat, karunia, serta ridho-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir skripsi yang berjudul "Perbedaan nilai kekerasan nano semen seng fosfat dengan semen seng fosfat konvensional". Tugas akhir skripsi ini diajukan untuk memenuhi tugas mata kuliah Metodologi Penelitian Ilmiah 1.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir skripsi ini tidak dapat terselesaikan tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. drg. R. Setyohadi, M.S selaku Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Brawijaya.
2. drg. Yuliana Ratna Kumala, Sp.KG selaku Kepala Program Studi Pendidikan Dokter Gigi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Brawijaya
3. drg.Lalita El Milla M.Si selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam memberikan masukan dan bimbingan kepada penulis sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
4. drg. Chandra Kartika Sp.KG selaku dosen penguji 1 yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam



memberikan masukan dan bimbingan kepada penulis sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.

5. drg. Delvi Fitriani M.kes selaku dosen penguji 2 yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam

memberikan masukan dan bimbingan kepada penulis sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.

6. Seluruh Dosen dan Staff Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Brawijaya atas segala ilmu yang telah diberikan kepada penulis.

7. Bapak, ibu, serta kakak yang selalu memberikan doa, motivasi, serta dorongan setiap harinya kepada penulis.

8. Teman-temanku (Rezaangga, Huwa, Ainun, Tiska, Raras, Firda, Sabrina, Andira, Zainal, Nadya, Fafa) yang selalu memberi semangat, masukan, dan motivasi bagi penulis.

9. Teman-teman kelompok proposal Departemen *Dental Material* yang memberikan semangat serta teman-teman Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Brawijaya angkatan 2015.

Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmat-Nya dan membalas semua amal kebaikan mereka. Namun demikian, penulis dalam hal ini sangat menyadari, bahwa penyusunan tugas akhir skripsi ini masih sangat jauh dari sempurna. Ibarat tiada gading yang tak retak, tentunya masih banyak kekurangan yang terdapat pada diri penulis



Oleh karena itu, segala kritik dan saran yang membangun akan penulis terima. Dengan segala kerendahan hati dan segenap kemampuan yang kami miliki, penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya kepada para pembaca.

Malang, September
2019



Penulis,



DAFTAR ISI

Halaman

Judul	i
Lebar Persetujuan	ii
Lebar Pengesahan	iii
Pernyataan Orisinalitas Skripsi	iv
Abstrak	v
Abstract	vii
Kata Pengantar	ix
Daftar Isi	xii
Daftar Gambar	xv
Daftar Tabel	xvi
Daftar Singkatan	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1. 1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1. 3 Tujuan Penelitian	3
1. 3. 1 Tujuan Umum	3
1. 3. 2 Tujuan Khusus	3
1. 4 Manfaat Penelitian	3
1. 4. 1 Manfaat Akademis	3
1. 4. 2 Manfaat Klinis	3
BAB II	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
2. 1 Semen Seng Fosfat	5

2. 1. 1 Definisi.....	5
2. 1. 2 Komposisi.....	5
2. 1. 3 Manipulasi.....	7
2. 1. 4 Sifat.....	9
2. 1. 5 Kelebihan dan Kekurangan seng fosfat.....	10
2. 2 Nanomaterial.....	10
2. 2. 1. Sifat - sifat nanomaterial.....	11
2. 2. 2 Pendekatan Pembuatan Nanopartikel.....	14
2. 2. 3 Kelebihan dan Kekurangan.....	15
2. 3. Kekerasan (<i>Hardness</i>).....	15
BAB III.....	19
KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS PENELITIAN.....	19
3.1 Kerangka Konsep Penelitian.....	19
3. 2 Hipotesis Penelitian.....	20
BAB IV.....	21
METODE PENELITIAN.....	21
4. 1 Rancangan dan Desain Penelitian.....	21
4. 2 Sampel Penelitian.....	21
4. 3 Besar Sampel.....	21
4. 4 Variabel Penelitian.....	22
4. 4. 1 Variabel Bebas.....	22
4. 4. 2 Variabel Terikat.....	22
4. 4. 3 Variabel Terkendali.....	22
4. 5 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	22
4. 6 Bahan dan Alat Penelitian.....	22



4. 6. 1 Bahan Penelitian.....	22
4. 6.2 Alat Penelitian.....	23
4.7 Definisi Operasional	24
4.7 Prosedur Penelitian	24
4.7.1 Pembuatan Sampel	24
4.7.2 Pengujian Kekerasan Vickers	25
4.8 Analisa Data	27
4.9 Alur Penelitian	28
BAB V	29
HASIL DAN PEMBAHASAN	29
5. 1 Hasil Penelitian	29
5. 2 Analisis Data	30
5. 2. 1 Uji Normalitas	30
5. 2. 2 Uji Homogenitas	31
5. 2. 3 Uji Independent T Test	31
5. 3 Pembahasan	33
BAB VI	37
KESIMPULAN DAN SARAN	37
6. 1 Kesimpulan	37
6. 2 Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	39
DAFTAR LAMPIRAN	43
Lampiran 1	43
Lampiran 2	45
Lampiran 3	47

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1 Manipulasi semen seng fosfat 8

Gambar 2.2 Bentuk-bentuk lekukan yang dihasilkan oleh
tiga tipe uji kekerasan. Penurunan ukuran
lekukan menunjukkan keadaan material yang
lebih keras. 17

Gambar 3.1 Kerangka konsep 19

Gambar 4.1 (a.) Sampel yang akan diukur
(b.) Skema uji kekerasan
(c.) Alat uji vickers hardness tester
Alat Pengujian Vickers 26

Gambar 4.2 Alat Pengujian Vickers 26

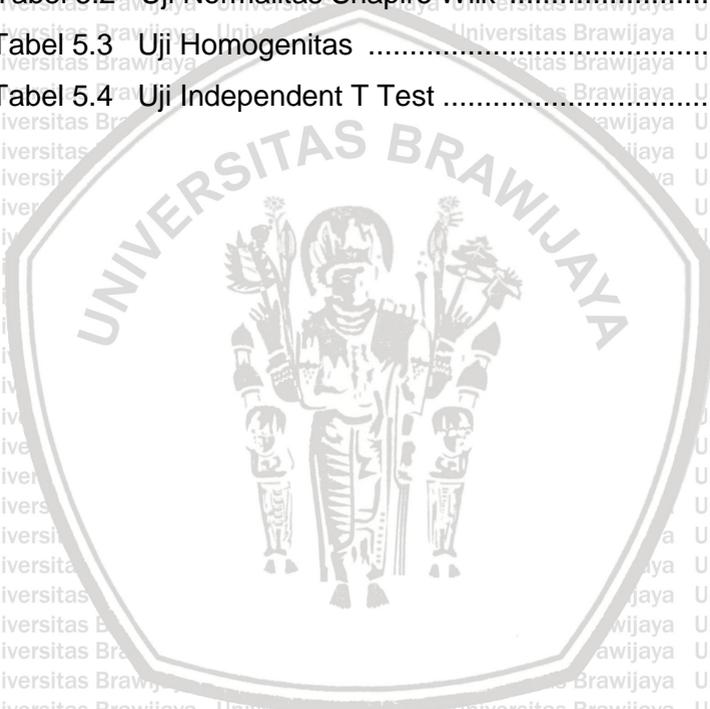
Gambar 4.3 Alur Penelitian 28



DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1	Komposisi semen seng fosfat	6
Tabel 5.1	Rata-rata nilai kekerasan semen seng fosfat nano dan semen seng fosfat konvensional	29
Tabel 5.2	Uji Normalitas Shapiro Wilk	30
Tabel 5.3	Uji Homogenitas	31
Tabel 5.4	Uji Independent T Test	32



DAFTAR SINGKATAN

VHN : *Vickers Hardness Number*

SD : Standart Deviasi

gF : gram Force

CVD : *Cardiovascular Disease*



PERBEDAAN NILAI KEKERASAN SEMEN SENG FOSFAT NANO DENGAN SEMEN SENG FOSFAT KONVENSIONAL

Delany Ayu Agnes Fransisca*, drg. Lalita El Mila, M.Si**

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

Semen seng fosfat merupakan bahan semen tertua sehingga menjadi tolok ukur bagi semen yang digunakan dalam dunia kedokteran gigi. Semen seng fosfat memiliki kelebihan yaitu konduktifitas termal rendah, murah, dan *setting time* cepat. Namun semen seng fosfat juga memiliki kelemahan yaitu *working time* yang relatif lama serta kekerasan relatif kecil tergantung dari ukuran powder.

Kekerasan merupakan kemampuan permukaan suatu bahan untuk menahan beban indentasi atau penetrasi. Untuk mengatasi kekerasan yang relatif lebih kecil dari semen seng fosfat konvensional maka ukuran partikel dirubah menjadi berukuran nano. **Tujuan:** Untuk mengetahui perbedaan nilai kekerasan semen seng fosfat nano dengan semen seng fosfat konvensional. **Metode:** Jenis penelitian yang digunakan

adalah *experimental laboratoris* dengan analisis data statistik dengan menggunakan Uji independent T-Test. 10 sampel semen seng fosfat konvensional dibuat dengan rasio 1 scoop :3 tetes semen seng fosfat konvensional, sedangkan 10 sampel semen seng fosfat nano dibuat dengan rasio 1 scoop

4 tetes semen seng fosfat nano. Setelah itu, dilakukan pengujian kekerasan Vickers dengan dilakukan penekanan pada permukaan sample menggunakan intan berbentuk pyramid dengan sudut 136° , nilai kekerasan masing-masing sample diperoleh dari rata-rata VHN tersebut. **Hasil:**

Perbedaan yang tidak signifikan antara semen seng fosfat nano dan semen seng fosfat konvensional dengan $p = 0,886$.

Kesimpulan: Pengubahan ukuran semen seng fosfat konvensional menjadi ukuran nano tidak meningkatkan kekerasannya secara signifikan.

Kata kunci: semen seng fosfat konvensional, semen seng fosfat nano, kekerasan.



THE DIFFERENCE OF THE HARDNESS VALUE OF NANO ZINC PHOSPHATE CEMENT AND CONVENTIONAL ZINC PHOSPHATE CEMENT

Delany Ayu Agnes Fransisca, drg. Lalita El Mila, M.Si***

** Student of Undergraduate Dentistry Study Program Dentistry Faculty Brawijaya University*

*** Lecturer of Undergraduate Dentistry Study Program Dentistry Faculty Brawijaya University*

Zinc phosphate cement is the oldest material cement therefore it becomes a benchmark for cements used in dentistry. Zinc phosphate cement has advantages such as low thermal conductivity, cheap, and fast setting time. However, zinc phosphate cement also has weaknesses such as the relatively long working time and relatively small hardness depends on the powder size. Hardness is the surface's ability of a material to hold the indentation or penetration loads. To overcome the hardness that relatively smaller than zinc phosphate cement so the particle size change to be nano.

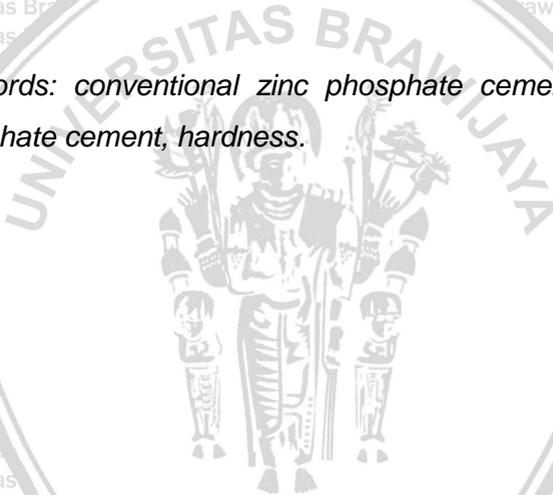
Purpose: To determine the difference of the hardness value of nano zinc phosphate cement and conventional zinc phosphate cement. **Method:** This research is an experimental laboratory research with statistic data analysis with Independent T-Test.

10 samples of conventional zinc phosphate cement is made by the ratio of 1 scoop : 3 drops of conventional zinc phosphate cement, whereas 10 samples of nano zinc phosphate cement is made by the ratio of 1 scoop : 4 drops of nano zinc



phosphate cement. Then, the Vickers hardness test is carried out with a pressure to the sample's surface by using pyramid form of diamond with an angle of 136° , the hardness value of each sample obtained by the average of VHN. **Result:** Showed there were no significant difference between nano zinc phosphate cement and conventional zinc phosphate cement with $p = 0,886$. **Conclusion:** The size change of zinc phosphate cement into nanosized didn't increase the hardness significantly.

Keywords: conventional zinc phosphate cement, nano zinc phosphate cement, hardness.



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bidang kedokteran gigi menggunakan semen sebagai luting untuk mengisi ruang antara protesa dan gigi yang dipreparasi serta mempertahankan mahkota buatan maupun gigi tiruan cekat pada permukaan gigi agar tidak lepas (Burgess dan Ghuman, 2006).

Semen seng fosfat merupakan salah satu bahan yang digunakan sebagai luting. Karakteristik yang harus dimiliki semen sebagai luting adalah tidak mengiritasi pulpa (McCabe dan Walls, 2008).

Secara umum ada empat macam semen gigi yang biasa dipakai dalam dunia kedokteran gigi yaitu: semen seng fosfat (*zinc phosphate cement*), semen polikarboksilat (*polycarboxylate cement*), semen gelas ionomer (*glass ionomer cement*), semen seng oksida dan eugenol (*zinc oxide and eugenol*) (Noort, 2013).

Semen seng fosfat merupakan bahan semen tertua, sehingga menjadi tolok ukur bagi sistem yang lebih baru. Seng fosfat terdiri atas bubuk dan cairan (Sakaguchi dan M.Power, 2012). Komposisi bubuk terbesar dari semen seng fosfat adalah *zinc oxide* dan cairan semen seng fosfat mengandung air, *phosphoric acid*, *aluminium phosphate* serta beberapa kandungan lainnya. Ketika bubuk dan cairan semen seng fosfat dicampur, maka *phosphoric acid* akan melarutkan *zinc oxide* kemudian bereaksi dengan *aluminium phosphate* dan akan membentuk gel *aluminiumphosphate*. Air dapat



mengendalikan ionisasi dari asam yang mempengaruhi kecepatan reaksi dari cairan dan bubuk (Anusavice, 2013).

Semen seng fosfat mempunyai beberapa kelebihan diantaranya yaitu konduktifitas termal rendah, murah. Semen seng fosfat memiliki kelemahan diantaranya waktu *working time* relatif lama serta kekerasan relatif lebih kecil tergantung dari ukuran partikel powder (Scheller, 2010).

Sifat kekerasan suatu bahan adalah kemampuan permukaan suatu bahan untuk menahan penetrasi benda tajam di bawah beban tertentu. Kekerasan didefinisikan sebagai kemampuan suatu material untuk menahan beban indentasi atau penetrasi (penekanan). Pengukuran kekerasan indentasi merupakan cara pengukuran kekerasan yang paling banyak digunakan (Anusavice, 2013). Metode yang dipilih pada penelitian ini adalah metode *Vickers* kekerasan, karena dapat dilakukan untuk material yang keras sampai lunak dengan menggunakan skala pembebanan dengan penekanan pada permukaan sampel menggunakan intan berbentuk piramida dengan sudut kemiringan 136° (Anusavice, 2013).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Prastyo (2012) nilai dari kekerasan semen seng fosfat yaitu 17,35 Mpa. Hal ini relatif kecil bila dibandingkan dengan semen gigi lain. Kelemahan ini dapat diatasi dengan mengubah pada ukuran partikel menjadi nano partikel. Perubahan ukuran ini dapat membuat ikatan antara partikel menjadi semakin rapat (Prastyo et al, 2012). Hal ini mendasari peneliti untuk meneliti perbedaan nilai kekerasan semen seng fosfat nano dengan semen seng fosfat konvensional.



1.2 Rumusan Masalah

Apakah ada perbedaan antara nilai kekerasan semen seng fosfat nano dengan semen seng fosfat konvensional?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Untuk mengetahui perbedaan nilai kekerasan semen seng fosfat nano dengan semen seng fosfat konvensional.

1.3.2 Tujuan Khusus

- Mengukur nilai kekerasan semen seng fosfat nano.
- Mengukur nilai kekerasan semen seng fosfat konvensional.
- Menganalisis perbedaan nilai kekerasan nano semen seng fosfat dengan semen seng fosfat konvensional.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Akademis

Menambah pengalaman pengetahuan dan memberikan informasi dalam bidang ilmu dental material kedokteran gigi tentang perbedaan nilai kekerasan nano semen seng fosfat dengan semen seng fosfat konvensional.

1.4.2 Manfaat Klinis

- Sebagai suatu inovasi pada material semen gigi dengan upaya untuk meningkatkan pelayanan kesehatan gigi dan mulut.
- Memberikan informasi pemilihan bahan semen gigi menggunakan nano semen seng fosfat dengan semen seng fosfat konvensional.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2. 1 Semen Seng Fosfat

2. 1. 1 Definisi

Semen seng fosfat adalah semen lutting terlama dan mempunyai catatan keberhasilan secara klinis sesuai standar yang dapat di bandingkan dengan semen keluaran terbaru (Anusavice, 2013). Semen seng fosfat terdiri atas bubuk dan cairan (Sakaguchi dan M.Power, 2012). Komposisi bubuk terbesar dari semen seng fosfat adalah oksida seng. Cairan semen seng fosfat mengandung air, *asam fosfor*, *aluminium fosfat* dan beberapa kandungan lainnya. Air dapat mengendalikan ionisasi dari asam, yang akan mempengaruhi kecepatan reaksi cairan dan bubuk (Anusavice, 2013).

2. 1. 2 Komposisi

Material semen seng fosfat pada umumnya tersedia dalam bentuk bubuk dan cairan yang dicampur menggunakan spatula semen secara manual dengan menggunakan gerakan memutar melawan arah jarum jam (Anusavice, 2013).



Tabel 2.1 Komposisi semen seng fosfat. (Bonsor and Pearson,2013)

Constituent	Reason for inclusion	Amount (%)
Powder		
Zinc Oxide	Main reactive ingredient	89-92
Magnesium oxide	Maintains white colour increases compressive strength	3 – 10
Aluminium oxide	Improves mechanical properties	0 – 6,8
Silicon dioxide	Affects colour	0 – 2,1
Stannous or tannin fluoride	Leaching of flouride	<2
Liquid		
Phosphoric acid	Main reactive ingredient	38
Water	Aqueous solution with the phosphoric acid	30 – 40
Phosphoric acid combined with aluminium	Buffer , essential to form the cement	1-3

Phosphoric acid combined with zinc	Buffer, stabilizes the pH and reduces the reactivity so increasing working time, which in turn facilitates the mixing of the cement	0 – 10
------------------------------------	---	--------

Kandungan bubuk semen seng fosfat terdiri dari sing oxide, magnesium oxide, silicon dioxide, bismuth trioxide, dan beberapa bahan lainnya yang berperan dalam mempengaruhi karakteristik kerja dan sifat akhir semen setelah dicampurkan (Craig and power, 2006). Kandungan cairan dari semen seng fosfat adalah asam fosfor, air, aluminium fosfat, dan dalam beberapa keadaan semen seng fosfat. Sebagian besar cairan dalam semen seng fosfat adalah air dengan jumlah sekitar $33\% \pm 5\%$.

2. 1. 3 Manipulasi

a. Bahan :

1. Plat kaca yang dingin.
2. Spatula semen.
3. Bubuk semen dan cairan.

b. Takaran :

- 1,4 gram bubuk untuk 0,5 ml cairan.

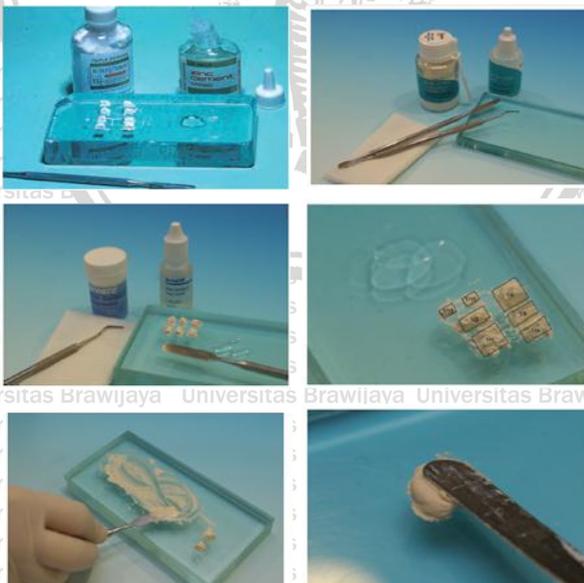
c. Pencampuran :

Untuk *luting*, konsistensinya campuran lebih encer, dengan rasio bubuk atau cairan lebih rendah digunakan untuk memastikan sifat mengalir semen selama penempatan atau penyemaman restorasi.

Jarang dilakukan pengukuran proporsi bubuk atau cairan tetapi lebih mengukur kesesuaian campuran berdasarkan “pada pengalaman”. Pada saat penakaran, penting untuk diingat bahwa penurunan rasio bubuk atau cairan akan menghasilkan material yang lebih lemah, lebih encer, dan menjadikan material lebih iritans. Bubuk sebaiknya digabungkan kedalam cairan dalam jumlah sedikit demi sedikit sampai konsistensi yang diinginkan tercapai (McCabe, 2015).

Pada lempengan kaca yang dingin, diambil sejumlah bubuk 1 *scoop* dan 3 tetes cairan. Pencampuran dilakukan dengan spatula semen gerakan memutar melawan arah jarum jam (Anusavice, 2013).

Gambar 2.1 Manipulasi semen seng fosfat (Anusavice,2003).



2. 1. 4 Sifat

Semen seng fosfat mempunyai waktu kerja yang sangat cukup untuk penempatan lining kavitas atau luting jika material dimanipulasi secara benar. Waktu *setting* minimum yaitu selama 2,5 menit untuk semen luting dan 2 menit untuk semen lining yang di design untuk menyakinkan bahwa pada waktu kerja yang cukup. Evaluasi dilakukan dengan mengukur ketahan penetrasi *probe* dengan diameter 1 mm yang diberi beban sebesar 400 gram (McCabe, 2015).

a. Kekerasan:

Kekerasan adalah kemampuan permukaan suatu bahan untuk menahan penetrasi benda tajam di bawah beban tertentu. Kekerasan didefinisikan sebagai kemampuan suatu material untuk menahan beban indentasi atau penetrasi (penekanan) nilai kekerasan semen seng fosfat sebesar 17,35 MPa. Pengukuran kekerasan indentasi merupakan cara pengukuran kekerasan yang paling banyak digunakan (Anusavice, 2013).

b. Ketebalan:

Ketebalan lapisan yang merupakan sifat penting dari semen luting tidak hanya dikontrol dari rasio bubuk atau cairan tetapi juga dari ukuran partikel bubuk *zinc oxide* untuk mendapatkan penempatan yang benar sangat penting digunakan bubuk *zinc oxide* dengan butiran halus. Bubuk semacam ini akan menghasilkan kedekatan permukaan yang relatif tinggi dan bereaksi cepat dengan asam fosforat. Seleksi material dan manipulasi yang tepat akan

menghasilkan ketebalan lapisan semen kurang dari $25\mu\text{m}$ yang disyaratkan standar ISO (McCabe, 2015).

c. Keasaman:

Dengan adanya asam fosfor, keasaman semen cukup tinggi pada saat protesa ditempatkan pada gigi. Dua menit setelah awal pengadukan, pH semen seng fosfat berkisar 2,7 (McCabe, 2015).

2. 1. 5 Kelebihan dan Kekurangan seng fosfat

a. Kelebihan :

Keuntungan utama dari semen seng fosfat adalah bahwa seng fosfat dapat dicampur dengan mudah dan ditetapkan tajam untuk massa relatif kuat dari konsistensi cairan. kecuali untuk campuran yang sangat tipis (misalnya, dengan rasio bubuk dan cairan yang sangat rendah). Semen diatur untuk memiliki kekuatan yang cukup untuk layanan klinis.

b. Kekurangan :

Kekurangan semen seng fosfat menyebabkan iritasi pada pulpa, kurangnya efek anti bakteri, kerapuhan, kurangnya adesi, dan kelarutan dalam cairan oral (McCabe, 2015).

2. 2 Nanomaterial

Istilah nanopartikel dan nanomaterial diturunkan dari bahasa Yunani kuno, yang berarti kecil atau kerdil. Suatu obyek dapat disebutkan nanopartikel berada dalam ukuran 1-100nm. Kemudian nanomaterial memiliki penyusun atau partikel dalam bentuk skala nano, atau bisa juga dapata dihasilkan dengan nanoteknologi (Oxford Dictionary, 2016). Nanopartikel dapat dihasilkan melalui sintesis

modern di laboratorium menggunakan peralatan khusus, akan tetapi nanopartikel juga sudah terdapat di alam dalam waktu yang lama dan data ditelusuri kembali ke zaman kuno (Heilingtag and Niederbeuge, 2013). Nanomaterial adalah bidang ilmu material dengan pendekatan berbasis Nanoteknologi. Nanoteknologi adalah pembuatan dan penggunaan materi atau devais pada ukuran yang sangat kecil, materi atau devais ini berukuran antara (1-100) nanometer dan seringkali pada skala molekul atau atom (Burgess, 2012). Satu nm sama dengan satu per-milyar meter (0.000000001 m), yang berarti 50.000 lebih kecil dari ukuran rambut manusia. *The US National Nanotechnology* mendefinisikan nanoteknologi dengan adanya tiga syarat :

1. Mengembangkan teknologi dengan skala molekul atom atau makromolekul dengan skala antara 1 - 100 nm.
2. Menggunakan struktur, perangkat, dan sistem yang mempunyai sifat dan fungsi karena ukurannya yang kecil.
3. Kemampuan kontrol dan manipulasi pada skala atom dan molekul.

2. 2. 1. Sifat - sifat nanomaterial

2.2.1.1. Sifat fisis nanomaterial :

Sifat fisis dari nanomaterial bergantung pada bentuk, warna, ketebalan, titik didih dan titik lebur, dan radioaktivitas. Sifat mekanik dari nanomaterial berhubungan dengan listrik, optik, magnetik dan parameter termal (Petrunin, 2014). Ukuran mempengaruhi sifat fisis dan mekanik dari nanomaterial (Abdullaeva, 2017). Adapun beberapa keunggulan dari material berukuran nano, antara lain :

a. Sifat elektrik :

Nanomaterial dapat mempunyai energi lebih besar dari pada material ukuran biasa karena memiliki *surface area* yang besar.

Energi band secara bertahap berubah terhadap orbital molekul, logam ukuran besar mengikuti hukum Ohm. Pada logam ukuran nano harus memiliki masukkan elektrostatik (menggambarkan jumlah energi elektron) resistivitas elektrik mengalami kenaikan dengan berkurangnya ukuran partikel. Contoh aplikasi : energi densitas yang tinggi dari baterai, nanokristalin merupakan material yang bagus untuk lapisan pemisah pada baterai karena dia dapat menyimpan energi yang lebih banyak. Baterai logam *nikel-hidrida* terbuat dari nanokristalin nikel dan logam hidrida yang membutuhkan sedikit *recharging* dan memiliki masa hidupnya yang lama.

b. Sifat magnetik :

Kekuatan *magnetic* adalah ukuran tingkat kemagnetan. Tingkat kemagnetan akan meningkat dengan penurunan ukuran butiran partikel dan kenaikan spesifik *surface area* per satuan volume partikel. Pada akhirnya nanomaterial memiliki sifat yang bagus dalam peningkatan sifat magnet. Contoh aplikasi : pada mesin kapal, instrumen ultra sensitif dan *magnetic resonance imaging* (MRI) pada alat diagnostik.

c. Sifat mekanik :

Nanomaterial memiliki kekerasan dan tahan gores yang lebih besar bila dibandingkan dengan material konvensional (Mitra, 2012).

d. Sifat listrik :

Peningkatan resistensi listrik, penambahan dalam konduktivitas dialektik.

e. Sifat optik :

Sistem nanokristalin memiliki sifat optikal yang menarik, yang mana berbeda dengan sifat kristal konvensional. Contoh aplikasi : pada optoelektronik, untuk *liquid crystal display* (LCD).

2.2.1.2. Sifat fisikokimia nanomaterial :

Nanopartikel dalam membentuk larutan koloid, dispersi, dan agregat berhubungan dengan sifat fisikokimianya. Dispersi yang stabil dari nanopartikel dalam cairan disebut dengan sistem koloid atau dispersi koloid. Istilah koloid ditunjukkan pada partikel yang memiliki rentang ukuran 1nm - 1 μ m (Handy, 2008).

2.2.1.3. Sifat kimia nanomaterial :

Sifat kimia dari nanomaterial ditunjukkan dari reaksi kimianya, oksidasi, kemampuan modifikasi permukaan, dan efek katalis. Reaksi kimia adalah kecenderungan dari sebuah zat untuk mengalami reaksi kimia, baik dengan zat itu sendiri maupun dengan zat lain, dan untuk menghasilkan energi. Efek katalis dari nanopartikel mengacu pada pernyataan *Oswald* yaitu katalisis merupakan sebuah pergerakan atom dalam molekul pada sebuah benda yang stabil, pergerakan atom akan mengikuti arah pemancaran energi dari satu benda ke benda yang lain dan menyebabkan pembentukan benda yang stabil (Abdullaeva, 2017).

2.2.1.4. Sifat biologis nanomaterial :

Interaksi antara nanomaterial dengan biomolekul, sel, dan

organisme merupakan suatu hal yang vital dalam penelitian terbaru (Abdullaeva, 2017). Partikel dalam skala nanometer memiliki sifat fisik yang khas dibanding dengan partikel berukuran lebih besar (Martien, 2012).

Material berpartikel nano lebih unggul pada sifat kimia dan fisika dibandingkan berukuran besar. Material berukuran nanometer memiliki sifat yang tidak dimiliki material berukuran besar, sifat dari material tersebut dapat diubah melalui pengontrolan ukuran material, pengaturan komposisi kimiawi, pengaturan ukuran material, dan pengontrolan interaksi antar partikel. Nanopartikel lebih fleksibel untuk dikombinasikan dengan teknologi lain (Martien, 2012).

2. 2. 2 Pendekatan Pembuatan Nanopartikel

Pembuatan nanomaterial dapat dilakukan dengan menggunakan dua pendekatan, yaitu pendekatan top-down dan bottom-up.

a. Top-Down :

Pendekatan ini melibatkan berbagai teknik dengan memanfaatkan teknologi seperti deposisi uap kimia (CVD), deposisi endapan (endapan PVD), litografi (fotolitografi, verkas elektron dan x-ray litografi), plasma etsa dan sebagainya untuk menghasilkan struktur fungsional ukuran micro dan nano. Pengembangan teknologi nano membuat banyak produk elektronik meningkat kualitas hidup diseluruh dunia, ukuran partikel menyusut dari sekitar 75 μ m sampai dibawah 100 nm. Pendekatan Top-Down perlu diperhatikan dalam penggunaannya untuk melapisi berbagai lapisan untuk meningkatkan fungsioanalitas.

b. Bottom Up :

Pendekatan yang melibatkan pembuatan struktur nano dari bawah ke atas dan perangkat dengan mengatur atom - atom.

Mikroskop Tunelling (STM) telah digunakan untuk menyusun atom ukuran nano seperti huruf IBM yang ditulis menggunakan *xenon* atom pada nikel. Percobaan dilakukan dengan pengawasan yang ketat dengan cairan helium pendingin, tinggi vakum selama 24 jam untuk mendapatkan hasil yang sesuai atau yang baik (Subramani, 2012).

2. 2. 3 Kelebihan dan Kekurangan Nanomaterial

a. Kelebihan

1. Dengan ukuran partikel yang sangat kecil namun efisiensi yang jauh lebih tinggi dibanding pada saat partikel berukuran normal.
2. Menghasilkan inovasi baru.

b. Kekurangan

1. Partikel mampu terabsorpsi berakumulasi dalam jaringan tubuh organisme yang terkena paparan.
2. Efek toksisitasnya nanomaterial yang mampu melalui berbagai sebab yaitu inflamasi dan iritasi fisis, kemampuan oksidasi, pelepasan radikal seperti adanya sisa katalis.

2. 3. Kekerasan (*Hardness*)

Kekerasan suatu material memberikan pernyataan mengenai keadaan daya tahannya terhadap penetrasi atau penyusupan, jika

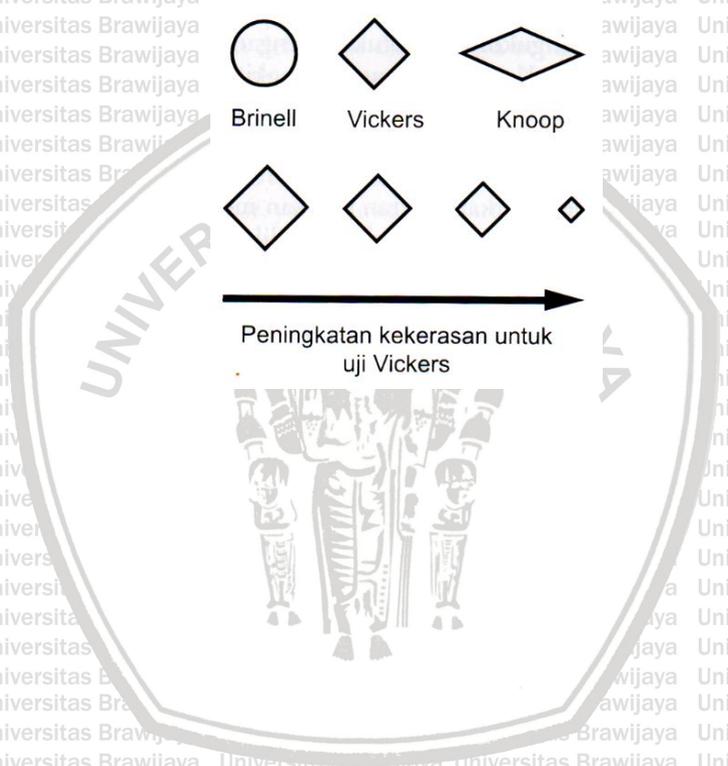
berada di lingkungan atau keadaan sangat buruk. Nilai kekerasannya, sering dinyatakan sebagai jumlah kekerasan, tergantung pada metode yang akan digunakan untuk mengukurnya. Pada umumnya nilai rendah dari jumlah kekerasan menunjukkan keadaan material yang lunak, dan juga sebaliknya (McCabe, Angus, 2015).

Metode umunya yang digunakan untuk mengukur kekerasan, termasuk metode Vickers, Knoop, Brinell, dan Rockwell. Metode Vickers dan Knoop keduanya meliputi penggunaan indenter (pembuat parit atau lekukan) dari berlian berbentuk piramid. Dalam hal kekerasan menurut Vickers, berlian menurut piramid mempunyai basis empat persegi sedangkan metode kekerasan menurut Knoop, salah satu sumbu dari berlian berbentuk piramid itu lebih besar dari pada sumbu-sumbu lainnya. Uji kekerasan menurut metode Brinell meliputi penggunaan indenter dari bola baja yang menghasilkan suatu lekukan pada penampang sirkular.

Menunjukkan tipe lekukan atau indensasis yang dihasilkan pada spesimen-spesimen yang diuji. Kekerasan merupakan suatu fungsi dari diameter suatu lingkaran untuk kekerasan menurut metode Brinell, serta jarak lintas antar sumbu-sumbu diagonal untuk kekerasan menurut Vickers dan Knoop. Keleluasaan umumnya diberikan untuk besar beban yang diberikan (McCabe, 2015).

Pengukuran umumnya dilakukan menggunakan suatu mikroskop karena lekukan sering terlalu kecil sehingga sulit untuk dilihat dengan mata saja. Besarnya kekerasan menurut metode Vickers pada semen seng fosfat berdasarkan jurnal penelitian didapatkan nilai kekerasan sebesar 17,35 MPa.

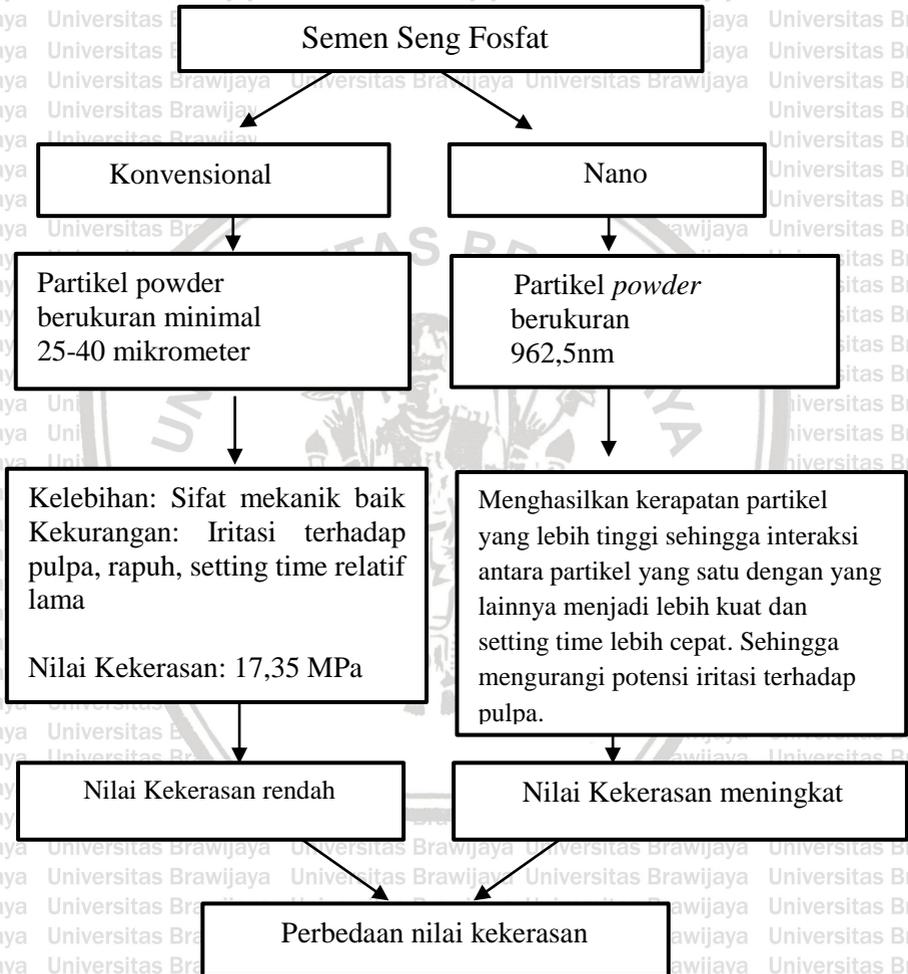
Gambar 2.2 Bentuk-bentuk lekukan yang dihasilkan oleh tiga tipe uji kekerasan. Penurunan ukuran lekukan menunjukkan keadaan material yang lebih keras.





BAB III KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS PENELITIAN

3.1 Kerangka Konsep



Gambar 3.1 Kerangka konsep



Semen seng fosfat merupakan semen tertua dan paling sering digunakan sehingga dapat digunakan sebagai pembanding dalam mengidentifikasi semen gigi terbaru. Kelebihan dari semen ini yaitu memiliki sifat mekanik baik kelemahan dari semen ini adalah iritasi terhadap pulpa dan mudah rapuh. Salah satu cara untuk mengurangi kerugian dari semen seng fosfat yaitu dengan cara mengubah bubuk semen seng fosfat menjadi berukuran nano. Dengan mengubah ukuran nano tersebut, waktu *setting time* nya akan lebih singkat dengan peningkatan kecepatan pengerasan semen. Waktu pengerasan semen yang singkat akan membuat reaksi eksotermis semakin cepat, sehingga pH akan semakin cepat meningkat dan akan mengurangi potensi iritasi pulpa. Ukuran nano pada bubuk semen seng fosfat juga akan memberikan keuntungan dalam hal sifat mekanis yaitu menghasilkan kerapatan yang lebih tinggi sehingga interaksi antara partikel yang satu dengan yang lainnya menjadi lebih kuat, hal ini terjadi karena partikel nano akan mengisi rongga-rongga pada semen gigi. Keadaan tersebut dapat meningkatkan Hardness atau Kekerasan semen seng fosfat.

3. 2 Hipotesis Penelitian

Terdapat perbedaan nilai kekerasan semen seng fosfat nano dengan semen seng fosfat konvensional. Semen seng fosfat nano memiliki nilai kekerasan lebih tinggi dibandingkan semen seng fosfat konvensional.

BAB IV METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Rancangan dan Desain Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *true experimental laboratory design* (penelitian eksperimental murni) dengan pendekatan pre test pos test with control group. Pada penelitian ini dilakukan uji laboratorium yang bertujuan untuk mengetahui perbedaan kekerasan nano semen seng fosfat dengan semen seng fosfat konvensional.

4.2 Sampel Penelitian

Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah semen seng fosfat konvensional dan nano.

4.3 Besar Sampel

Jumlah sampel minimal dihitung dengan menggunakan rumus Hulley (Notoadmojo, 2010) digunakan sebagai dasar perhitungan yaitu :

$$P(n-1) \geq 15$$

$$2(n-1) \geq 15$$

$$2n - 2 \geq 15$$

$$2n \geq 17$$

$$n \geq 8,5$$

$$n \geq 9$$

Keterangan:

P = jumlah perlakuan

n = jumlah sampel



Berdasarkan rumus diatas maka jumlah sampel per perlakuan yang dibutuhkan minimal adalah 9 sampel untuk tiap kelompok. Peneliti menggunakan 10 sampel tiap kelompok sehingga jumlah keseluruhan sampel yang dibutuhkan adalah 20.

4. Variabel Penelitian

4. 4. 1 Variabel Bebas

Variabel bebas pada penelitian ini adalah semen seng fosfat konvensional dan semen seng fosfat nano.

4. 4. 2 Variabel Terikat

Variabel terikat dari penelitian ini adalah besarnya kekerasan pada masing-masing semen seng fosfat.

4. 4. 3 Variabel Terkendali

1. Pembuatan sampel spesimen semen seng fosfat konvensional.
2. Pembuatan sampel spesimen semen seng fosfat nano.
3. Bentuk sampel spesimen semen seng fosfat konvensional dan semen seng fosfat nano.
4. Pengujian dengan menggunakan metode Vicker's.

4. 5 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) pada bulan Mei 2019.

4. 6 Bahan dan Alat Penelitian

4. 6. 1 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah :

- a. Semen seng fosfat konvensional, *powder Elite Cement* 100 kemasan 125g
- b. Semen seng fosfat nano, yaitu *powder Elite Cement 100*

kemasan 125g yang di lakukan *milling* di LIPI Puspitek

Serpong, sehingga mencapai ukuran 962,5 nm.

c. *Liquid Elite Cement* 100 kemasan 100g (GC, Jepang).

d. Cetakan (Diameter 4 mm ; Tebal 4 mm).

e. Kriteria ukuran sampel :

1. Tidak porus
2. Ukuran: diameter 4 mm x tebal 4 mm (Prastyo *et al.*, 2012)
3. Permukaan halus

4. 6. 2 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah :

- a. Glass lab digunakan untuk alas pembuatan sampel.
- b. Cetakkan di buat dari *acrylic* berukuran 4mmx4mm
- c. Plastis filling instrument
- d. Alat uji kekerasan *Vickers hardness* (Mitutoyo Micro, Jepang 2014 HV-100 Series).
- e. Vaseline
- f. Mika
- g. Wadah penyimpan tablet
- h. Spatula semen

4.7 Definisi Operasional

1. Kekerasan adalah kemampuan permukaan suatu bahan untuk menahan penetrasi benda tajam dibawah beban tertentu.

Kekerasan didefinisikan sebagai kemampuan suatu material untuk menahan beban indentasi atau penetrasi (penekanan).

2. Semen seng fosfat konvensional yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen seng fosfat produk *powder Elite*

Cement 100 kemasan 125gr dan *liquid Elite Cement* 100 kemasan 100gr (GC, Jepang).

3. Semen seng fosfat nano, yaitu *powder Elite Cement* 100 kemasan 125g yang disintesis menggunakan metode milling di

LIPI Puspitek Serpong dan *liquid Elite Cement* 100 kemasan 100g (GC, Jepang).

4.8 Prosedur Penelitian

4.8.1 Pembuatan Sampel

1. Persiapan alat dan bahan :

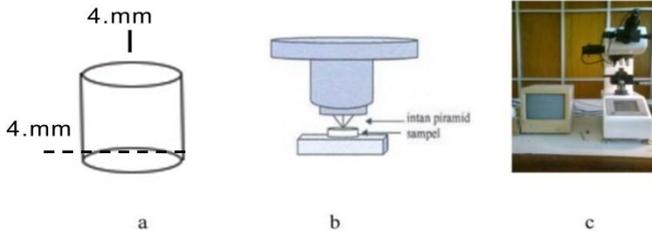
- a. Glass lab digunakan untuk alas pembuatan sampel.
- b. Cetakkan di buat dari *acrylic* berukuran 4mmx4mm
- c. Plastik filling instrument
- d. Alat uji kekerasan *Vickers hardness* (Mitutoyo Micro, Jepang 2014 HV-100 Series).
- e. Vaseline
- f. Mika
- g. Wadah penyimpan tablet

- h. Spatula semen
2. Ulasi bahan cetakkan dengan menggunakan Vaseline secara tipis.
3. Meletakkan bubuk dan cairan semen seng fosfat konvensional dengan rasio 1scoop ; 3tetes (dengan ukuran pabrik) sedangkan, untuk semen seng fosfat nano 1scoop ; 4tetes (berdasarkan penelitian sebelumnya).
4. Diaduk dengan gerakan memutar melawan arah jarum jam, dengan menggunakan spatula semen secara manual.
5. Masukkan bahan pada cetakan secara perlahan ke cetakan dengan *plastic filling instrument*.
6. Kemudian di tutup dengan mika agar permukaannya rata.
7. Ditunggu hingga mengeras kurang lebih 2 menit.
8. Lepas sampel dari bahan cetakkan.

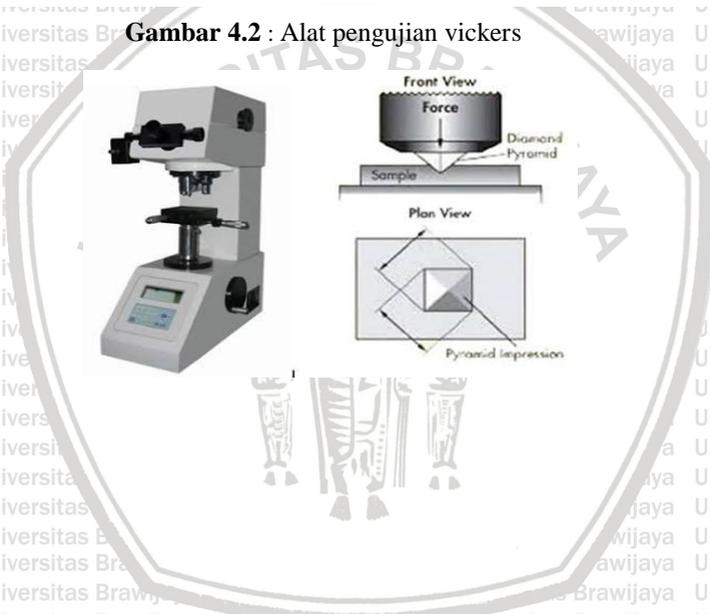
4. 8. 2 Pengujian Kekerasan Vickers

Semen seng fosfat dilakukan pengujian dengan penekanan (indentasi) pada permukaan sampel menggunakan intan berbentuk pyramid dengan sudut 136° , nilai kekerasan masing-masing sampel diperoleh dari nilai rata-rata VHN tersebut.

Gambar 4.1 (a.) sampel yang akan diukur (b.) skema uji kekerasan (c.) alat uji vickers hardness tester



Gambar 4.2 : Alat pengujian vickers

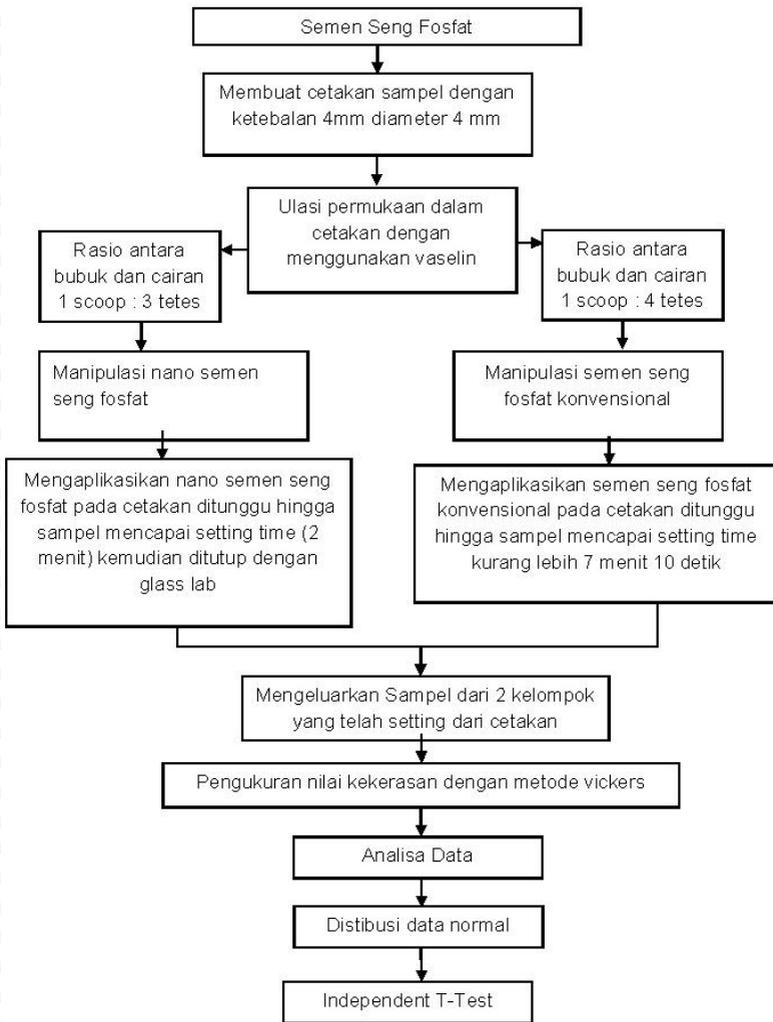


4.9 Analisa Data

Tes saphiro-wilk digunakan terlebih dahulu untuk menentukan apakah data berdistribusi normal atau tidak. Jika distribusi data normal dapat dilakukan analisis uji independent T-test, apabila data distribusi tidak normal dilakukan uji Mann-Whitney. Kedua uji tersebut digunakan untuk melihat nilai kekerasan dari kedua jenis semen seng fosfat.



4.10 Alur Penelitian



BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Penelitian

Hasil penelitian ini didapatkan dengan mengukur nilai kekerasan semen seng fosfat nano dan semen seng fosfat konvensional. Sebanyak 20 sampel yang digunakan dibagi menjadi 2 kelompok perendaman dengan masing-masing kelompok terdiri dari 10 sampel. Tahapan analisis yang akan diuraikan pada bab ini yaitu analisis univariat dan bivariat. Secara univariat kekerasan semen seng fosfat nano dan semen seng fosfat konvensional akan disajikan dalam bentuk table yang berisi nilai mean dan st.dev. Secara bivariat digunakan uji *Independent T Test* untuk melihat perbedaan antara kedua kelompok. Adapun rata-rata kekerasan dari dua kelompok adalah sebagaimana tertera pada tabel 5.1.

Tabel 5.1. Rata-Rata Nilai Kekerasan Semen Seng Fosfat Nano dan Semen Seng Fosfat Konvensional

Sampel	Rata-Rata \pm SD
Semen Seng Fosfat Nano	21.91 \pm 7.58
Semen Seng Fosfat Konvensional	21.39 \pm 8.26

Berdasarkan hasil statistik deskriptif kekuatan semen diketahui bahwa nilai kekerasan semen seng fosfat nano diperoleh rata-rata 21.91 sedangkan nilai kekerasan semen seng fosfat konvensional diperoleh rata-rata 21.39.



5.2 Analisa Data

Hasil uraian secara deksriptif menunjukkan bahwa nilai kekerasan semen seng fosfat nano diperoleh rata-rata yang lebih tinggi dibandingkan nilai kekerasan semen seng fosfat konvensional dengan besar selisih adalah 0.52. Untuk membuktikan apakah selisih yang diperoleh bermakna secara statistik maka akan dilanjutkan dengan normalitas dan *Independent T Test* jika memenuhi asumsi normalitas.

5.2.1 Uji Normalitas

Metode pengujian normalitas yang digunakan adalah *Shapiro Wilk* ($n < 50$) dengan ketentuan normal jika $\text{sig} > 0.05$. Hasil pengujian normalitas adalah sebagai berikut:

Tabel 5.2 Uji Normalitas *Shapiro Wilk*

Sampel	Sig Shapiro Wilk	Keterangan
Semen Seng Fosfat Nano	0.806	Normal
Semen Seng Fosfat Konvensional	0.789	Normal

Berdasarkan hasil uji normalitas *Shapiro Wilk* diperoleh nilai sig Kekerasan Semen Seng Fosfat Nano dan Semen Seng Fosfat Konvensional memiliki nilai $\text{sig} > 0.05$ yang berarti asumsi normalitas sudah terpenuhi. Oleh karena itu dapat dilanjutkan dengan uji *Independent T Test*.



5.2.2 Uji Homogenitas

Pada pengujian *Independent T Test* terdapat 2 macam uji yang digunakan yaitu uji t yang didasarkan pada asumsi ragam homogen serta uji t yang didasarkan pada ragam data tidak homogen. Oleh karena itu perlu diketahui terlebih dahulu bagaimana ragam data pada penelitian ini. Untuk mengetahui bagaimana ragam data yang diperoleh digunakan uji *Levene's test* dengan ketentuan homogen jika $p > 0.05$. Hasil yang diperoleh adalah sebagai berikut:

Tabel 5.3 Uji Homogenitas

Sampel	Sig <i>Levene's Test</i>	Keterangan
Semen Seng Fosfat Nano	0.852	Homogen
Semen Seng Fosfat Konvensional		

Berdasarkan hasil uji homogenitas diperoleh nilai sig *Levene's Test* lebih dari 0.05 yang berarti data memiliki ragam homogen. Maka selanjutnya dapat dilakukan analisis *Independent T Test* dengan asumsi ragam data homogen.

5.2.3 Uji *Independent T Test*

Untuk membuktikan apakah selisih kedua kelompok bermakna secara statistik maka dapat diketahui dari hasil *Independent T test* sebagai berikut:



Hipotesis yang digunakan dalam pengujian ini adalah:

H_0 : tidak terdapat perbedaan bermakna nilai kekerasan semen seng fosfat nano dan semen seng fosfat konvensional

H_1 : terdapat perbedaan bermakna nilai kekerasan semen seng fosfat nano dan semen seng fosfat konvensional

Kriteria pengambilan keputusan yaitu dengan cara membandingkan nilai sig dengan $\alpha = 0,05$ di mana jika nilai sig $< 0,05$ maka diperoleh bahwa H_0 ditolak dan sebaliknya, jika nilai nilai sig $> 0,05$ maka H_0 diterima. Adapun hasil yang diperoleh pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 5.4 Hasil Uji *Independent T Test*

Sampel	Rata-Rata	Sig
Semen Seng Fosfat Nano	21.91 ± 7.58	0.886
Semen Seng Fosfat Konvensional	21.39 ± 8.26	

Hasil uji *Independent T Test* pada tabel 5.5 menunjukkan bahwa nilai sig yang diperoleh adalah 0.886 yang bernilai $> 0,05$ sehingga didapatkan adalah H_0 diterima, dengan kata lain tidak terdapat perbedaan bermakna antara nilai kekerasan semen seng fosfat nano dan nilai kekerasan semen seng fosfat konvensional.



5.3 Pembahasan

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan nilai kekerasan antara semen seng fosfat konvensional dengan semen seng fosfat nano dimana didapatkan nilai kekerasan semen seng fosfat konvensional sebesar $21,39 \pm 8,26$ MPa dan nilai kekerasan semen seng fosfat nano sebesar $21,91 \pm 7,58$ MPa. Uji kekerasan ini menggunakan alat *Vickers Hardness Tester* alat ini bekerja dengan memberikan beban untuk membuat jejak pada material tersebut. Pada penelitian ini dilakukan penekanan sebesar 100gF selama 13 detik setiap sampelnya, kemudian dilakukan uji analisa data.

Melalui uji statistika yang telah dilakukan sebelumnya, menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang bermakna antara kedua kelompok. Pada penelitian ini menggunakan uji normalitas menggunakan *shapiro wilk* dengan nilai signifikansi semen seng fosfat nano sebesar 0,806 dan semen seng fosfat konvensional 0,789 yang berarti nilai tersebut normal sehingga dapat dilanjutkan uji *Lavene's test*. Uji *lavene's test* dengan signifikansi 0,852 yang berarti homogen. Setelah itu menggunakan uji *independent t test* untuk melihat perbedaan antara kedua kelompok dengan hasil H_0 diterima.

Pada penelitian ini sampel dari semen seng fosfat dilakukan uji kekerasan dengan menggunakan metode yang sama, tetapi setiap sampel diberikan tekanan yang berbeda dari penelitian sebelumnya yaitu sebesar 100 gF selama 13 detik dan didapatkan hasil rata-rata sebesar 21,39 Mpa. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya

yang dilakukan oleh Prastyo 2012 semen seng fosfat konvensional dilakukan uji kekerasan dengan menggunakan metode Vickers setiap sampel diberikan tekanan sebesar 300 gF selama 15 detik dan didapatkan hasil rata-rata sebesar 17,35 Mpa.

Berdasarkan hasil tersebut terdapat perbedaan nilai kekerasan antara semen seng fosfat konvensional yang dilakukan Prastyo 2012 dengan semen seng fosfat pada penelitian ini. Perbedaan beban tekanan yang diberikan pada sampel penelitian berpengaruh terhadap besarnya nilai VHN (*Vickers Hardness Number*) hal ini, sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Chuenarrom et al (2009) yang menyatakan bahwa perbedaan beban tekan yang diberikan berpengaruh pada nilai VHN (*Vickers Hardness Number*), dimana semakin besar beban tekan yang diberikan maka nilai VHN akan semakin kecil. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Nizar (2018) yang menyatakan bahwa kekerasan suatu material yang diuji dengan variasi beban tekanan akan menghasilkan hasil yang bervariasi pula pada nilai kekerasan. Beban tekanan yang paling ideal adalah beban yang menghasilkan nilai kekerasan paling tinggi dari nilai kekerasan yang dihasilkan dari penggunaan beban lainnya.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Peskersoy dan Culha (2017) menyatakan bahwa partikel yang berukuran nano telah dibuktikan dapat meningkatkan ketahanan dari suatu bahan kedokteran gigi, namun masih belum dapat dibuktikan bagaimana partikel berukuran nano dapat mempengaruhi elastisitas dan

kekerasan dari bahan kedokteran gigi. Selain itu, faktor lain yang memungkinkan terjadinya perbedaan yang tidak bermakna pada kedua kelompok adalah saat memanipulasi bahan semen seng fosfat dirasa kurang homogen saat mencampurkan *powder* dan *liquid*. Kurang homogen tersebut terkait kecepatan dan kekuatan pengadukan. Kecepatan dan kekuatan pengadukan menggunakan manual tangan Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Prastyo et al (2012) yang menyatakan bahwa ketidak homogenan pencampuran semen seng fosfat dapat mempengaruhi hasil karakterisasi. Selain itu pada saat memberikan *liquid*, seharusnya menggunakan pipet mikro sedangkan dalam pelaksanaan tidak menggunakan pipet mikro. Metode ini kurang dapat terukur secara pasti berapa besar *liquid* yang menetes. Demikian juga untuk penakaran bahan *powder* yang seharusnya menggunakan timbangan mikro namun dalam praktek penelitian menggunakan takaran sendok. *Powder* diambil sesuai dengan takaran terpenuhinya *scoop* sendok sehingga kurang bisa mengukur berapa gram *powder* tersebut.

Berdasarkan nilai standar deviasi diperoleh hasil SD yang nilainya masih kurang dari setengah nilai *mean*. Menurut Solimun (2010) nilai SD yang dibawah dari setengah mean tidak ada data yang *outlier* atau *ekstrim*. Namun dalam kaidah statistik jika nilai SD semakin kecil maka selisih *mean* yang kecil bisa berdampak pada perbedaan yang signifikan. Nilai standart deviasi pada penelitian ini yang mendekati nilai setengah *mean* menunjukkan keragaman data

yang tinggi, dapat diartikan *range* data satu dengan yang lain terpaut cukup besar dimana hal ini juga dapat mempengaruhi hasil penelitian. Hasil penelitian ini semen seng fosfat konvensional dan semen seng fosfat nano tidak memiliki perbedaan nilai VHN (*Vickers Hardness Number*) yang bermakna meskipun nilai VHN untuk semen seng fosfat nano lebih besar dibanding semen seng fosfat konvensional dilihat dari sifat kekerasannya, semen seng fosfat nano dapat digunakan sebagai bahan semen kedokteran gigi. Hal ini tentu saja harus diperkuat dengan pengujian sifat-sifat yang lain.



BAB VI PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian diatas, penulis menyimpulkan bahwa:

1. Rata rata nilai kekerasan Semen Seng Fosfat Nano sebesar 21,91 Mpa.
2. Rata rata nilai Kekerasan Semen Seng Fosfat Konvensional sebesar 21,39 Mpa.
3. Nilai kekerasan Semen Seng Nano terdapat perbedaan yang tidak bermakna dengan semen seng fosfat konvensional.

6.2 Saran

Berdasarkan kekurangan pada penelitian ini, penulis memberikan beberapa saran sebagai perbaikan untuk penelitian selanjutnya di masa mendatang

1. Perlu dilakukan penelitian dengan lebih memperhatikan homogenitas pada saat manipulasi, dikarenakan homogenitas sangat mempengaruhi hasil dari penelitian.
2. Peneliti selanjutnya diharapkan dapat menggunakan timbangan mikro dan pipet mikro untuk penakaran *powder* dan *liquid* semen seng fosfat sehingga lebih akurat.
3. Perlu dilakukan uji-uji lain yaitu, uji (SEM) *Scanning Electron Microscope* untuk mengetahui tingkat homogenitas semen seng fosfat.



DAFTAR PUSTAKA

- Abdasah, Marline. Nanopartikel dengan Gelas Ionik. Farmaka, 2017, 15 (1): 45-52
- Abdullaeva Z., 2017. *Synthesis of Nanoparticles and Nanomaterials: Biological Approache*, Japan : Springer.
- Amit-Nisha, Garg., 2012. *Textbook of Operative Dentistry*, Jaye Brothers Medical Publishers, New Delhi.
- Anusavice K. 2013. Philip's science and dental materials. 11th ed. Philadelphia: WB Saunders; 209.p. 373, 735.
- Anusavice, KJ., Chiayi, S., dan H Ralph, R. 2013. Philip's Science of Dental Materials. Missouri: Elsevier Saunders.
- Aurora. 2014. Vickers Hardness Testing Machine HV- 100 Series. Japan.
- Bonsor, S.J. & Pearson J. G., 2013. A Clinical Guide to Applied Dental Materials. USA: Elsevier
- Bonsor, S.J. & Pearson J. G., 2013. A Clinical Guide to Applied Dental Materials. China: Churchill Livingstone Elsevier
- Burgess J, Ghuman T, 208. A Practical Guide To The Use Of Luting Cements-A Peer Reviewed Publication. diakses pada tanggal 14 Desember 2017 (Online),



(<http://www.ineedce.com/courses/1526/PDF/APracticalGuide.pdf>.)

Burgess, R., 2012. *Understanding Nanomedicine An Introductory Textbook*. US: CRC Press.

Chuenarron C, Benjakol P, Daosodsai P., 2009. *Effect of Indentation Load and Time on Knoop and Vickers Microhardness Tests for Enamel and Dentin*. Thailand: Materials Research, vol 12 no 4.

Combe, E.C. 1992. *Suri Dental Material*. Terjemahan Slamet Tarigan dari Note on Dental Material. Jakarta: Widya Medika.

Craig, R.G., Powers, J.M., & Wataha, J.C., 2015. *Dental Materials*, 11th Ed., Missouri : Mosby Elsevier.

Handy, R.D., 2008. *Ecotoxicology, The ecotoxicology and chemistry of manufactured nanoparticles*, Springer.

Heiligtag, F. J., Niederberger M., 2013. *The fascinating world of nanoparticle*

Homby. 2016. *Oxford advance Learner's Dictionary of Current English*. Oxford University Press.

Jefferies S, Loof J, Pameijer OH, Boston D, Galbraith C, Hermansson L. 2013 *Physical Properties and Comparative Strength of a Bioactive Luting Cemen*. Compendium. Volume 34.

Martien, R., Adhyatmika, Irianto, Iramine D. K., Farida, V., Sari, Dian Purwita. 2012. *Perkembangan Teknologi*

Nanopartikel Sebagai Sistem Penghantaran Obat.
Majalah Farmaseutik, 8(1): 133-143.

McCabe, J.F. & Walls, A. W.G., 2014. Bahan Kedokteran Gigi.
9 ed. Jakarta: EGC

Mitra, S.B. Nanoparticles for Dental Materials : Synthesis,
Anysis, and Applications Chapter 2. *Emerging
Nanotchenologies in Dentistry*, 2012, Micro and Nano
Technologies: 17- 39.

Mitutoyo Corporation. Vickers Hardenss Testing Machine HV-
100 Series.80th anniversary. 1934.

Nizar. 2018. Pengaruh Variasi Beban Indentor Vickers
Hardness Tester Terhadap Hasil Uji Kekerasan Material
Aluminium Dan Besi Cor. Magelang, Jawa Tengah:
Jurnal Mer-c NO 10 vol. 1

Noort, R.V. 2013. Introduction to Dental Materials 4th edition.
London: Mosley.

Notoadmojo, S.,2012. *Metodologi Penelitian Kesehatan*.
Jakarta : Rineka Cipta

Peskersoy c and Culhao., 2017. *Comparative Evaluation of
Mechanical Properties of Dental Nanomaterials. VOL
article ID 6171578*. Turkey: Hindawi

Petrudin V., 2014. *Physical properties on nanostructures and their applications.*

(<http://www.rusnor.org/pubs/articles/10953.htm>. diakses pada tanggal 14 Desember 2017)

Prastyo and Eriek, et al. "Pengaruh Nanopartikel ZnO terhadap Strukturmikro Semen Gigi Seng Fosfat", akreditasi LIPI Nomor 395/D/2012. April, 2012, p 27-30.

Sakaguchi RL, Powers JM, 2012. *Craig's Restorative Dental Materials 13th Ed.* United State: Mosby

Scheller-Sheridan C, 2010. *Basic Guide to Dental Materials.* United Kingdom: WileyBlackwell

Solimun., 2010. *Structural Equation Modelling (SEM) Lisrel dan Amos.* Malang: Program Studi Statistika FMIPA-UB.

Subramani, K., Ahmed, W. & Hartsfield, J.K., 2013. *Nano Biomaterials in Clinical Dentistry.* USA: Elsevier