

## PENGARUH NANOPARTIKEL ZnO TERHADAP STRUKTURMIKRO SEMEN GIGI SENG FOSFAT

Tito Prastyo R.<sup>1</sup>, Eriek Wahyu R.W.<sup>2</sup>, Nofrizal<sup>1</sup>, Dwi Wahyu N.<sup>1</sup>, Radium Ikono<sup>1,5</sup>, Wahyu Bambang W.<sup>4</sup>, Agus Sukarto<sup>4</sup>, Siswanto<sup>2</sup> dan Nurul Taufiq Rochman<sup>1,3,5</sup>

<sup>1</sup>Nanotechnology Research and Business Center, Indonesia  
Kawasan Puspipstek, Serpong 15314, Tangerang

<sup>2</sup>Departemen Fisika, Fakultas Sains Dan Teknologi-Universitas Airlangga  
Kampus C, Jl. Mulyorejo, Surabaya 60115

<sup>3</sup>Pusat Penelitian Metalurgi (P2M)-LIPI  
Kawasan Puspipstek, Serpong 15314, Tangerang

<sup>4</sup>Pusat Penelitian Fisika (P2F)-LIPI

Kawasan Puspipstek, Serpong 15314, Tangerang

<sup>5</sup>Departemen Metalurgi dan Pertambangan, Sekolah Tinggi Teknik dan Teknologi Sumbawa  
Desa Batu Alang Moyo Hulu Sumbawa Besar NTB

Diterima: 21 Juni 2012

Diperbaiki: 14 Agustus 2012

Disetujui: 11 Oktober 2012

### ABSTRAK

**PENGARUH NANOPARTIKEL ZnO TERHADAP STRUKTURMIKRO SEMEN GIGI SENG FOSFAT.** Semen gigi berbasis seng fosfat (*Zinc Phosphate Cement*) merupakan bahan semen gigi tertua yang masih banyak digunakan hingga kini. Salah satu kelemahan semen gigi berbasis seng fosfat adalah sifat mekanisnya yang cenderung rendah. Pada penelitian ini, nanopartikel ZnO ditambahkan ke semen gigi berbasis seng fosfat dengan hipotesis bahwa akan terjadi penguatan sifat mekanis semen gigi. Penambahan dilakukan dengan variasi fraksi nanopartikel ZnO sebesar 0,1 g, 0,5 g, 1 g dan 1,5 g terhadap semen gigi yang kemudian dilakukan perbandingan terhadap semen gigi tanpa penambahan nanopartikel ZnO. Metode yang digunakan berupa pembuatan *pellet* semen gigi (tebal 4 mm dan diameter 4 mm) melalui proses pencampuran bahan secara manual dan diakhiri dengan proses pencetakan. Hasil uji karakterisasi kekerasan dan kekuatan sampel pelet menghasilkan nilai yang linier terhadap penambahan nanopartikel ZnO, dimana nilai kekerasan dan kekuatan mengalami kenaikan seiring penambahan fraksi nanopartikel ZnO. Hasil analisis *X-Ray Diffractometer (XRD)* menunjukkan senyawa  $Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$  dan Senyawa ZnO serta didukung dengan penampakkannya dalam analisis struktur permukaan menggunakan *Scanning Electron Microscope (SEM)*. Semen gigi yang mempunyai nilai kekerasan dan kuat tekan yang tinggi didukung oleh strukturmikro yang mempunyai jumlah *crack* yang sedikit dan persebaran nano ZnO yang homogen. Penambahan nanopartikel ZnO dapat diaplikasikan untuk meningkatkan nilai kekerasan dan kekuatan dalam semen gigi.

**Kata kunci :** Nanopartikel ZnO, Semen gigi, Kekerasan

### ABSTRACT

**THE EFFECT OF ZnO PARTICLE ON ZINC PHOSPHATE CEMENT MICROSTRUCTURE.** Dental cement based on zinc phosphate (*Zinc Phosphate Cement*) is the oldest dental cement that is still widely used today. One disadvantage of zinc phosphate-based dental cement is its low mechanical properties. In this study, ZnO nanoparticles are added to the zinc phosphate dental cement with the hypothesis that there will be the strengthening of the mechanical properties of dental cement. The fraction of ZnO nanoparticles were variedly added from 0.1 g, 0.5 g, 1 g and 1.5 g to the zinc phosphate dental cement which is then compared to the dental cement without the addition of ZnO nanoparticles. The materials were manually mixed and mold to form dental cement pellets (4 mm thick and 4 mm in diameter). Characterization of pellet hardness and strength result in a linear value to the addition of ZnO nanoparticles in which the value of hardness and strength increases as increasing of ZnO nanoparticles fractions. XRD analysis results indicate the appearance of peaks  $Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$  and ZnO compounds supported by the analysis of surface structure using SEM. The resulting dental cements have an increased value of hardness and compressive strength due to the improvement of its micro structure having a small amount of crack and a homogeneous distribution of nano ZnO. Through this phenomenon, it can be concluded that the addition of nano-ZnO can be applied to increase the value of hardness and strength in dental cement.

**Keywords :** Nano Zn, Dental cement (Zinc Phosphate Cement)

## PENDAHULUAN

Semen gigi merupakan bahan penambal gigi pada mahkota gigi yang hilang. Bahan tersebut berisi partikel dari keramik berbahan dasar seng oksida dan magnesium oksida [1].

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*), dan semen seng oksida dan eugenol (*zinc oxide and eugenol cement*) [2]. Semen gigi yang digunakan pada penelitian ini adalah semen seng fosfat (*zinc phosphate cement*) yang merupakan bahan semen tertua sehingga mempunyai catatan terpanjang dan tolok ukur bagi sistem yang baru [1].

Semen gigi ini mempunyai beberapa kelebihan, diantaranya dapat memisahkan diri di dalam asam sehingga menciptakan semen seng fosfat dan ketika kering akan menjadi keras dan tahan air [3]. Selain kelebihan tersebut, semen seng fosfat juga memiliki beberapa kelemahan, diantaranya waktu pembentukan semen yang relatif cukup lama serta kekuatan tekan dan kekerasan relatif lebih kecil.

Penambahan nanopartikel dapat mempercepat pembentukan semen dan menambah kekuatan semen sesuai dengan Teori Holepack. Hal tersebut didasarkan pada ukuran partikel bubuk mempengaruhi kecepatan pengerasan dan kekuatan tekan serta kekerasan. Semakin kecil ukuran partikel bubuk semakin cepat semen mengeras [1]. Nanopartikel *ZnO* mempunyai struktur kimianya stabil, tidak beracun dan dapat digunakan sebagai aditif ke dalam berbagai bahan seperti kosmetik, sampo, *sunblock*, dan semen gigi. Selain itu, *ZnO* juga membentuk produk semen seperti ketika diperlakukan dengan asam fosfat yang digunakan dalam kedokteran gigi. Keuntungan lain penggunaan nanopartikel *ZnO* adalah ketersediaan di alam yang sangat melimpah dan harganya yang murah.

Dari penelitian sebelumnya [4], dimana penambahan nanopartikel dapat menambah sifat mekanik material yang terbentuk, acuan tersebut coba diaplikasikan dalam pembuatan semen gigi dengan harapan bahwa akan terjadi penambahan kekuatan mekanis. Karakterisasi yang dilakukan pertama adalah uji kekuatan tekan untuk mengetahui ukuran ketahanan sampel terhadap tekanan yang diberikan pada sampel. Kedua adalah uji kekerasan, mengetahui nilai kekerasan dari bahan. Selanjutnya karakterisasi *X-Ray Diffractometer (XRD)* dan *Scanning Electron Microscope (SEM)* diperlukan untuk mendukung struktur bahan yang terbentuk dan melihat analisis morfologi permukaannya.

## METODE PERCOBAAN

Semen gigi seng fosfat ( $Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$ ) dicampur Nanopartikel *ZnO* dengan fraksi massa 0,1 gram, 0,5 gram,

1 gram dan 1,5 gram. Pencampur dilakukan secara manual dengan pengadukan. Kemudian setelah adonan dilihat tercampur secara merata (homogen) sampel kemudian dicetak. Hasilnya berbentuk pelet seperti diperlihatkan pada Gambar 1. Hasil cetakan sampel kemudian di karakterisasi sifat mekaniknya dengan *Compressive Strength* dan *Vickers Hardness*. Sedangkan analisis struktur permukaan menggunakan *Scanning Electron Microscope (SEM)*. Analisis *X-Ray Diffractometer (XRD)* digunakan untuk mengetahui fasa yang terkandung di dalam sampel.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil proses pencetakan pelet semen gigi seperti tablet berwarna putih dengan spesifikasi tebal mm dan diameter 4 mm seperti ditunjukkan Gambar 1.

Proses karakterisasi sifat mekanik semen gigi yang berupa kekuatan (*Compressive Strength*) dan kekerasan (*Vickers Hardness*) menunjukkan nilai seperti Tabel 1. Dari Tabel 1 menjelaskan semakin meningkat nilai kekuatan dan kekerasan semen gigi seiring penambahan fraksi penambahan nanopartikel *ZnO*. Semakin rapat jarak antar partikel yang terbentuk berakibat meningkatnya ikatannya, sehingga sifat mekanik semen gigi akan mengalami peningkatan. Nanopartikel *ZnO* akan melengkapi celah yang terbentuk antar ikatan partikel seng fosfat yang tekstur ukuran lebih besar.

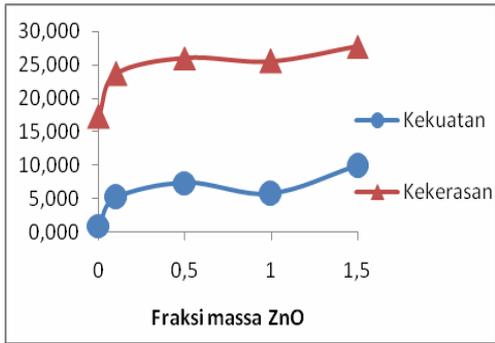
Kenaikan sifat kekuatan dan kekerasan semen gigi dapat dikatakan linier namun saat pencampuran fraksi



Gambar 1. Foto pelet setelah penambahan *ZnO*

Tabel 1. Pengukuran uji tekan dan uji kekerasan

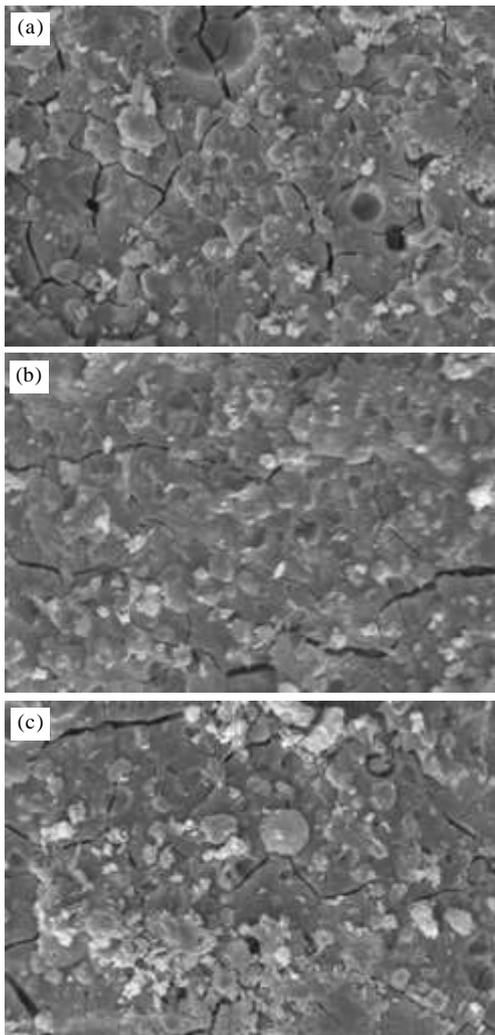
No	Sampel	Kekuatan Tekan (MPa)	Kekerasan (MPa)
1	A	1,014	17,35
2	B	5,218	23,65
3	C	7,402	26,05
4	D	5,764	25,55
5	E	9,917	27,75



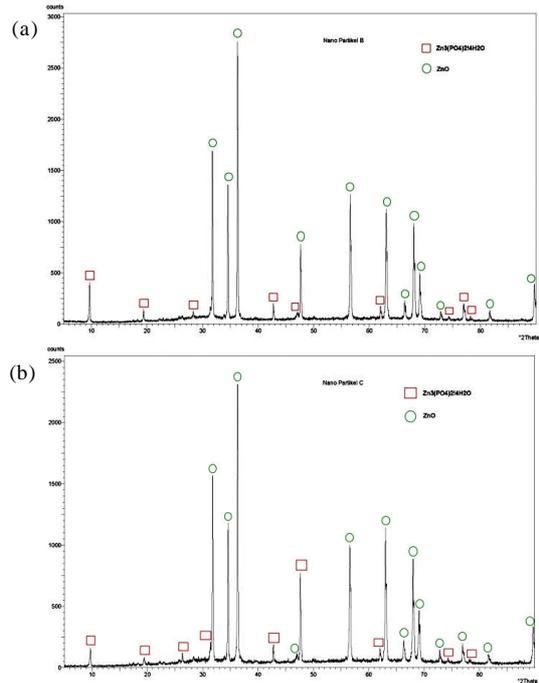
Gambar 2. Grafik kenaikan sifat mekanik berdasarkan uji kekerasan dan uji kekuatan terhadap fraksi ZnO (satuan kekerasan dan kekuatan dalam MPa).

1 gram nanopartikel ZnO terjadi penurunan, setelah ditelusuri hal ini terjadi karena setelah mengetahui analisis permukaannya dari hasil *Scanning Electron Microscope (SEM)* terlihat sebaran nanopartikel ZnO tidak nampak homogen seperti pada Gambar 3.

Dari hasil karakterisasi SEM semen gigi diketahui bahwa mikrostruktur dari semen gigi seng fosfat (*zinc*



Gambar 3. Strukturmikro Zinc Phosphate Cement dengan penambahan nanopartikel ZnO (a) 0 gram, (b) 0,1 gram dan (c) 1 gram



Gambar 4. Difraktogram XRD pada penambahan (a) 0,1 gram dan (b) 1 gram

*phosphate cement*) tanpa penambahan nanopartikel ZnO nampak adanya retakan-retakan seperti ditunjukkan pada Gambar 3(a). Kemudian penampakan retakan berkurang pada semen seng fosfat yang sudah diberi tambahan nanopartikel ZnO dengan jumlah 0,1 gram seperti diperlihatkan pada Gambar 3(b). Namun terjadi penyimpangannya kembali pada hasil SEM penambahan 1 gram fraksi nanopartikel ZnO pada Gambar 3(c). Faktor penting yang mempengaruhi hasil ini adalah preparasi saat bagian pencampuran, akibat ketidakhomogenan pencampuran akan mempengaruhi hasil karakterisasi.

Analisis diatas didasarkan nanopartikel ZnO yang berukuran nanometer mengisi ruang kosong antar partikel seng fosfat berukuran besar dalam berikatan. Saat proses pendinginan semen gigi partikel seng fosfat yang berukuran besar tidak hanya melakukan kontak dengan partikel besar lainnya tetapi juga dengan partikel kecil. Hal ini mengakibatkan dampak berkurangnya retakan dan kenaikan sifat mekanik.

Dari Gambar 4 hasil XRD menampilkan puncak seng fosfat dan ZnO. Hasil analisis menunjukkan dukungan penelitian bahwa puncak yang terbentuk merupakan senyawa yang menjadi kajian yaitu seng fosfat dan nanopartikel ZnO. Tidak munculnya senyawa baru dalam hasil XRD menunjukkan peran nanopartikel ZnO sebagai *doping*, artinya senyawa ini memberikan pengaruh terhadap semen gigi seng fosfat tanpa melalui reaksi terbentuknya senyawa baru.

## KESIMPULAN

Penambahan nanopartikel ZnO meningkatkan sifat mekanik dari semen gigi seng fosfat

( $Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$ ). Semakin meningkat nilai kekerasan dan kekuatan semen gigi seiring dengan kenaikan penambahan pencampuran fraksi nanopartikel  $ZnO$ .

Hasil analisis *X-Ray Diffractometer (XRD)* dan *Scanning Electron Microscope (SEM)* memperlihatkan gambar objek yang dikaji muncul pada puncak-puncak *XRD* dan morfologi penampakan permukaan sampel mengalami perubahan yang semakin rapat (sedikit *crack*). Adanya kelainan analisis *SEM* pada penambahan 1 gram nanopartikel  $ZnO$  dipengaruhi oleh preparasi saat homogenisasi. Hasil *XRD* menunjukkan bahwa penambahan  $ZnO$  tidak membuat terbentuknya senyawa baru.

## DAFTAR ACUAN

- [1]. J. K. ANUSAVICE, *Philips: Buku Ajar Ilmu Bahan Kedokteran Gigi*, Alih Bahasa: Johan Arif Budiman dan Susi Purwoko, Jakarta, (2003)
- [2]. R.V. NOORT, *Introduction to Dental Material*. London, Mosley, (1994)
- [3]. E.C. COMBE, *Sari Dental Material*, Alih Bahasa: drg. Slamet Trigan, MS, Ph.D. Jakarta, Balai Pustaka, (1992)
- [4]. ANGGIE D. SONYA, BEBEH W. NURYADIN, AHMAD R. MARULLY, KHAIRUDDIN, MIKRAJUDDIN ABDULLAH dan KHAIRURRIJAL, *Jurnal Nanosains and Nanoteknologi 2*, (2009) 83-89