

UJI ANTIBAKTERI NANO SEMEN GIGI ZINC OXIDE EUGENOL

Rizka Novitasari, Siswanto, Suryani Dyah Astuti

Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga Surabaya

Abstrak

Telah dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh penambahan nanopartikel *zinc oxide* (ZnO) dalam pembuatan semen gigi *zinc oxide and Eugenol* terhadap sifat antibakterinya, serta perbedaannya dengan menggunakan bahan mikropartikel. Sifat antibakteri dilakukan dengan metode difusi cara sumuran dengan variasi bahan nanopartikel serta mikropartikel ZnO 0,4 g; 0,45 g; 0,5 g; 0,55 g dan 0,6 g dengan penambahan cairan *Eugenol* tetap 0,2 ml. Jenis bakteri yang digunakan *Streptococcus mutans*. Hasil uji statistika menunjukkan data hasil penelitian terdistribusi normal yaitu dengan nilai $p=0,998$ ($p>0,05$). Berdasarkan hasil uji Dunnet nilai signifikansi analisis sampel nano terhadap kontrol adalah sebesar 0,001 berarti $<0,05$. Sedangkan nilai signifikansi analisis sampel mikro terhadap control adalah sebesar 0,001 berarti $<0,05$. Sementara uji Duncan didapatkan hasil pada kontrol rata-rata panjang diameter zona bening sebesar 6,0000 mm, bahan mikro 15,6850 mm dan bahan nano 18,1050 mm. Hasil uji antibakteri ZnO *Eugenol* menunjukkan semakin banyak penambahan bahan nanopartikel dan mikropartikel pada semen gigi maka semakin besar daya antibakterinya, artinya semakin baik bahan tersebut sebagai tambalan sementara. Dari hasil uji antibakteri bahan nanopartikel jauh lebih baik dibandingkan dengan bahan mikropartikel. Sehingga dapat disimpulkan bahwa bahan nanopartikel ZnO *Eugenol* merupakan bahan yang terbaik sebagai tambalan sementara pembuatan semen gigi.

Kata kunci: zona bening, nanopartikel, mikropartikel, ZnO *Eugenol*

Abstract

Have done the research to determine effect of the addition of nanoparticles of zinc oxide (ZnO) in manufacture of dental cement zinc oxide and Eugenol for antibacterial properties, and the difference of it use microparticles. Antibacterial properties was done by diffusion method carried out by way of wells with a variety of ZnO nanoparticles and microparticles materials of 0.4 g, 0.45 g, 0.5 g, 0.55 g and 0.6 g by addition of 0.2 ml of liquid remains Eugenol. Type of bacteria which used is *Streptococcus mutans*. The results of statistical tests indicate that the research data is normally distributed with a value of $p=0.998$ ($p> 0.05$). Based on the results of Dunnet test the significance of nano scale sample analysis of means of control is equal to 0.001 <0.05 . While the significance analysis of micro samples of the control is the mean of 0.001, $p <0.05$. While the results of Duncan test obtained the average length of clear zone diameter at the controls is 6.0000 mm, the micro material is 15.6850 mm and nano materials is 18.1050 mm. The test result of Eugenol ZnO antibacterial showed the more addition of nanoparticles and microparticles in dental cement, it's mean the greater antibacterial power, the material is better as a temporary patch. From the test results of antibacterial nanoparticles material are better than the microparticles material. So it can be concluded that ZnO Eugenol nanoparticle material is the best material for dental fillings while the manufacture of cement.

Key words: clear zone, nanoparticles, mikropartikel, ZnO Eugenol

PENDAHULUAN

Nanoteknologi memberikan perubahan paradigma dalam cara pandang teknologi. Nanoteknologi adalah ilmu dan rekayasa dalam menciptakan material, struktur fungsional, maupun piranti dalam skala nanometer. Material berukuran nanometer memiliki sejumlah sifat kimia dan fisika yang lebih unggul dari material berukuran besar. Nanoteknologi juga merupakan teknik dalam menyusun dan mengontrol atom demi atom atau molekul demi molekul untuk membuat material baru (Rochman, 2009).

Pembuatan semen gigi adalah contoh aplikasi medis dalam pengembangan nanoteknologi. Semen gigi merupakan bahan yang digunakan untuk menambal gigi. Biasanya digunakan pada mahkota gigi. Secara umum semen gigi terbagi menjadi 4 macam, 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*) (Noort, 1994). Semen seng oksida dan eugenol (*zinc oxide and eugenol cement*) digunakan sebagai penyemenan pada bagian mahkota, jaket (*complete crown*) dan *intermediate base* (Combe, 1992).

Semen gigi seng oksida dan eugenol (*zinc oxide and eugenol cement*) dengan bahan dasar *zinc oxide* (ZnO) mempunyai banyak kelebihan dibandingkan semen gigi lain. Diantaranya struktur kimianya stabil, tidak beracun, dan dapat digunakan sebagai aditif ke dalam berbagai bahan. Semen gigi *zinc oxide and eugenol*, dapat dibuat melalui pencampuran *eugenol* yang tersusun dari cairan, dan *zinc oxide* yang tersusun dari bubuk, magnesium oksida dalam jumlah kecil, zinc asetat dalam jumlah hingga 1% dipergunakan sebagai akselerator untuk reaksi setting. Cairan eugenol memiliki bahan utama minyak cengkeh, minyak olive dalam jumlah hingga 15% dan asam asetat (Combe, 1992).

Penelitian tentang penambahan *zinc oxide* (ZnO) dalam pembuatan semen gigi telah dilakukan sebelumnya Erik Wahyu (2011). Sampel yang digunakan dalam penelitian tersebut adalah semen gigi seng fosfat (*Zinc Phosphate Cement*) tanpa penambahan bahan nanopartikel *zinc oxide* (ZnO) dan sampel semen gigi seng fosfat (*Zinc Phosphate Cement*) dengan penambahan bahan nanopartikel *zinc oxide* (ZnO). Hasil yang diperoleh menunjukkan adanya peningkatan nilai kekerasan dan kekuatan tekan seiring dengan meningkatnya penambahan bahan nanopartikel. Penelitian lain juga dilakukan Ardini Prihantini (2011). Hasilnya, karakterisasi *zinc oxide* secara fisis nanopartikel *zinc oxide* memiliki sifat fisis yang halus dan sedikit patahan. Begitu juga dengan mekanismenya, nanopartikel *zinc oxide* memiliki kuat tekan dan kekerasan yang meningkat seiring penambahan bubuk nanopartikelnya.

Dalam pembuatan semen gigi ada beberapa syarat yang perlu diperhatikan yaitu mudah dipersiapkan, tidak mudah larut dalam saliva. Serta mempunyai kekuatan yang cukup untuk menerima bahan kunyah dalam jangka waktu tertentu, tidak mudah bocor, biokompatibilitas, tidak beracun. Syarat yang cukup penting yang harus dimiliki oleh semen gigi adalah mempunyai sifat antibakteri (Linda, 2007). Antibakteri merupakan suatu zat yang mencegah terjadinya pertumbuhan dan perkembangan bakteri. Beberapa contoh bakteri atau mikroorganisme yang terdapat dalam rongga mulut diantaranya adalah *Streptococcus mutans*, *S.salivarius*, *S.mitis*, *S.sanguis*, *Enterococci*, *gram positive filaments*, *Lactobacili*, *Veilonella spp*, *Neisseria spp*, *Bacteroides oralis*; *Bacteroides melaninogenikus*, *Spirochetes*, *Vibrio* dan *Fusibacterium spp* (Philip). Suasana rongga mulut sangat sesuai untuk pertumbuhan mikroorganisme (Linda, 2007).

Semen *zinc oxide eugenol* dengan kandungan eugenolnya memiliki kekuatan antibakteri yang kuat. Umumnya bahan *zinc oxide* dalam ukuran mikropartikel, namun dalam penelitian ini menggunakan bahan nanopartikel *zinc oxide* untuk mengetahui perbedaannya dengan bahan mikropartikel *zinc oxide*.

Rumusan masalah yang digunakan yaitu bagaimana pengaruh penggunaan bahan nanopartikel *zinc oxide* (ZnO) dalam pembuatan semen gigi *zinc oxide* dan *eugenol* terhadap sifat antibakteri dan apakah ada perbedaan bahan nanopartikel *zinc oxide* (ZnO) dengan bahan mikropartikel *zinc oxide* (ZnO) dalam pembuatan semen gigi *zinc oxide and eugenol* terhadap sifat antibakteri. Batasan masalah *Streptococcus mutans* jenis bakteri yang digunakan, sampel yang digunakan sampel jadi ZnO dalam ukuran nanopartikel dan mikropartikel dengan (0,4 g), (0,45 g), (0,5 g), (0,55 g), (0,6 g) dengan pencampuran tetap cairan eugenol 0,2 ml.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh penggunaan bahan nanopartikel *zinc oxide* (ZnO) dalam pembuatan semen gigi *zinc oxide and eugenol* terhadap sifat antibakterinya serta perbedaannya dengan bahan mikropartikel *zinc oxide*. Diharapkan dapat memberikan sumbangan pemikiran dan informasi bagi bidang fisika medis dan kedokteran gigi.

METODE PENELITIAN

Tahap Persiapan

Pada penelitian ini pertama kali dipersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan untuk pembuatan semen gigi. Alat yang digunakan adalah *spatula cement* untuk mengaduk dan mengambil bahan semen, *mixing slab*, *plastic Filling Instrument* untuk

memasukkan bahan tambal ke dalam cetakan teflon, *plugger cement*, *terumo syringe* 1ml, neraca analitik,

Bahan utama dari zinc oxide eugenol berupa bubuk (*powder*) dan cairan (*liquid*). Bubuk terdiri dari nanopartikel *zinc oxide* dan cairan *eugenol*. Bahan nanopartikel didapat dari Pusat Penelitian Lembaga Indonesia (LIPI) dan cairan *eugenol* didapat dari toko kimia kedokteran gigi. Pada pembuatan sampel, *powder* dibuka tampak berwarna putih tulang, sedangkan cairannya cenderung agak encer berwarna kuning.

Dipersiapkan juga bakteri *Streptococcus mutans* diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga, Surabaya, media agar TYC (Tryptone Yeast extract Cystine) serta alat-alat yang dipergunakan saat uji antibakteri dengan metode difusi agar.

Pembuatan Sampel

Setelah semua alat dan bahan disiapkan, akan dilakukan pembuatan sampel uji. Pada tahap pertama membuat campuran dari nanopartikel semen seng oksida (*nanoparticle of zinc oxide*) dan cairan eugenol (*eugenol cement*). Pada penelitian ini sampel dibuat dalam 10 variasi bahan (A_1, B_1, C_1, D_1 , dan E_1 dan A_2, B_2, C_2, D_2 , dan E_2). Sampel dibuat dengan perbandingan antara bubuk dan cairan sesuai dengan jurnal kedokteran gigi. Tabel komposisi sampel ditunjukkan pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Komposisi Sampel

No	Jenis Sampel		Bubuk nano <i>zinc oxide</i> (g)		Cairan <i>eugenol</i> (ml)
			Nano partikel	Mikro partikel	
1.	A_1	A_2	0,4	0,4	0,2
2.	B_1	B_2	0,45	0,45	0,2
3.	C_1	C_2	0,5	0,5	0,2
4.	D_1	D_2	0,55	0,55	0,2
5.	E_1	E_2	0,6	0,6	0,2

Dari perbandingan komposisi di atas, akan dibuat semen *zinc oxide eugenol* dalam bentuk nanopartikel. Pertama, bubuk dan cairan dicampurkan sesuai dengan tabel 3.1. Lalu cairan eugenol sebanyak 0,2 ml dicampurkan dengan masing-masing komposisi

bubuk *zinc oxide*. Diaduk berputar searah jarum jam secara manual selama 1 menit (ADA,1991). Seperti pada gambar 3.2 berikut.



Gambar 3.2 Proses pencampuran (Ardini, 2011)

Jika sudah berbentuk pasta kental, dimasukkan kedalam cetakan teflon. Setelah itu, ratakan dengan *spatula cement* atau *plastic filling instrument*. Segera letakkan beban diatas cetakan teflon, supaya permukaan semen rata dan padat (Prang, 2008).



Gambar 3.3 Beban semen (Ardini, 2011)

Setting time pasta *zinc oxide eugenol* dihitung sejak mulai pencampuran bubuk dengan cairan sampai pasta tidak melekat pada ujung batang akrilik. Penelitian ini dilakukan dengan bantuan seorang rekan untuk mengontrol stopwatch dan mencetak *setting time zinc oxide eugenol*. Dengan cara yang sama juga dilakukan pada bubuk ZnO dalam ukuran mikropartikel sebagai pembanding.

Uji Antibakteri

Dalam penelitian ini untuk uji antibakteri menggunakan metode difusi dengan cara sumuran, karena sampel dalam bentuk pasta. 12 sampel yang digunakan, 5 sampel dalam ukuran nano dan 1 kontrol negatif serta 5 sampel dalam ukuran mikro dan 1 kontrol negatif. Kontrol negatif dalam penelitian, tanpa menggunakan sampel pelet ZnO Eugenol dalam uji antibakteri.

Pembuatan Inokulasi

Komposisi media TYC agar dalam 1 liter akuades adalah tripton 15 g, yeast extract 5 g, L-cystine 0,2 g, sodium sulphate 0,1 g, sodium chloride 1 g, disodium phosphate anhydrous 0,8 g, agar no.2 12 g, sodium bicarbonate 2,0 g, sucrose 50 g dan sodium acetate anhydrous 12 g.

Setelah media agar TYC sudah selesai dibuat, dilakukan pembuatan kultur bakteri menggunakan teknik agar sebar (*spreader*). Mula-mula cawan petri yang berisi media padat TYC, area dasar cawan petri pertama dan ketiga dibagi dalam 4 area (A_1, B_1, C_1 , kontrol dan A_2, B_2, C_2 , kontrol) dan cawan petri yang kedua dan keempat dalam 3 area (D_1, E_1 , kontrol dan D_2, E_2 , kontrol).

Tabung berisi biakan campur dikocok dengan gerakan ke samping karena bakteri cenderung mengendap didasar tabung. Kultur diambil 0,1 ml, kemudian dituangkan pada agar plate, kemudian diratakan di atas agar dengan spreader. Cara yang sama untuk cawan petri 2,3 dan 4. Perlu diperhatikan, agar permukaan tidak terluka oleh ose maka penggoresannya harus tanpa tekanan.

Pemasukan Sampel Uji

Setelah dilakukan pembuatan kultur bakteri menggunakan teknik penggoresan agar (*streaked plate*) dengan cara goresan T. Kemudian dilubangi masing-masing cawan petri sesuai nama sampel dengan diameter 6 mm. Kemudian dimasukkan ke dalam *anaerobic jar* untuk diinkubasi. Kemudian dimasukkan gaspak dan katalisator yang berupa butir alumina yang dibungkus paladium ke dalam *anaerobic jar*. Gas pak ini berfungsi sebagai hydrogen generator. Ujung gas pak disobek dan selanjutnya dimasukkan aquades 10 cc maka akan terbentuk gas hidrogen. Gas hidrogen akan bereaksi dengan oksigen yang ada dan dengan bantuan katalisator terbentuk H_2O . Dengan demikian didapatkan keadaan anaerob. *Anaerobic jar* ditutup dengan memutar screw nya kemudian dimasukkan kedalam inkubator selama 24 jam dengan suhu 37° C.

Perhitungan Zona Bening

Pengukuran diameter zona bening pada sampel dilakukan dengan menggunakan alat jangka sorong dengan ketelitian 0,005 mm. Proses pengukuran dilakukan dengan menghitung sampel dari garis A menuju garis B atau garis terpendek, dan yang kedua dari garis C menuju garis D atau garis terpanjang yang kemudian dijumlahkan hasilnya dan dibagi dua, karena pengukuran dilakukan dua kali.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental dengan mencampurkan bahan *zinc oxide* (ZnO) dengan cairan *eugenol*. Kemudian dilakukan pengujian sampel dari sifat antibakteri dengan bakteri *Streptococcus mutans*. Parameter yang diukur adalah diameter zona bening. Semakin besar diameter zona bening menunjukkan kekuatan daya antibakteri semakin baik. Sehingga memenuhi syarat biokompatibilitas pada pembuatan semen gigi *zinc oxide eugenol* sebagai tambalan sementara. Biokompatibilitas berarti dapat diterima tubuh atau dengan kata lain tidak membahayakan dalam penggunaannya. Variasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah variasi bahan ZnO dengan penambahan cairan eugenol yang tetap. Dari serangkaian kegiatan yang telah dilakukan pada penelitian ini, maka pada bab ini akan disajikan hasil dan pembahasan yang sudah dilakukan.

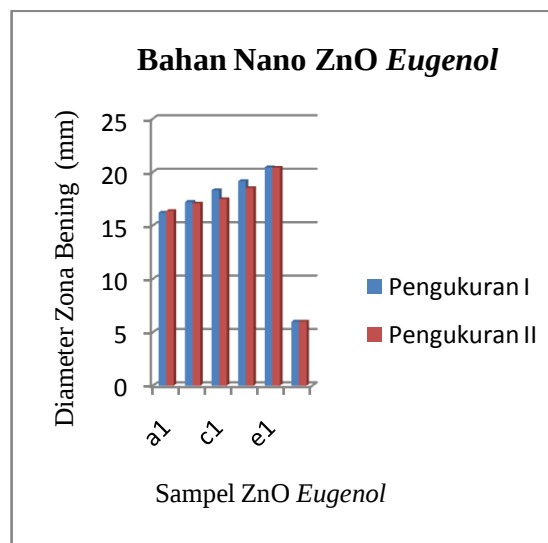
Data pengukuran diameter zona bening dari hasil penelitian “**Uji Antibakteri Nano Semen Gigi Zinc Oxide Eugenol**” dengan 2 variasi bahan *Zinc Oxide Eugenol* (bahan nano *Zinc Oxide* dan bahan mikro *Zinc Oxide*) serta kontrol (tanpa *Zinc Oxide*) sebagai berikut :

Tabel 4.1 Pengukuran Diameter Zona Bening Bahan Nano

Sampel	Diameter Zona Bening Bahan Nano (mm)		
	Pengukuran I	Pengukuran II	Rata-rata
A1	16,20±0,05	16,35±0,05	16,275±0,05
B1	17,20±0,05	17,05±0,05	17,125±0,05
C1	18,30±0,05	17,45±0,05	17,875±0,05
D1	19,15±0,05	18,50±0,05	18,825±0,05
E1	20,45±0,05	20,40±0,05	20,425±0,05
Kontrol Negatif	6±0,05	6±0,05	6±0,05

Pengukuran I = pengukuran diameter zona bening pada daerah vertikal

*Pengukuran II = pengukuran diameter zona bening pada daerah horisontal



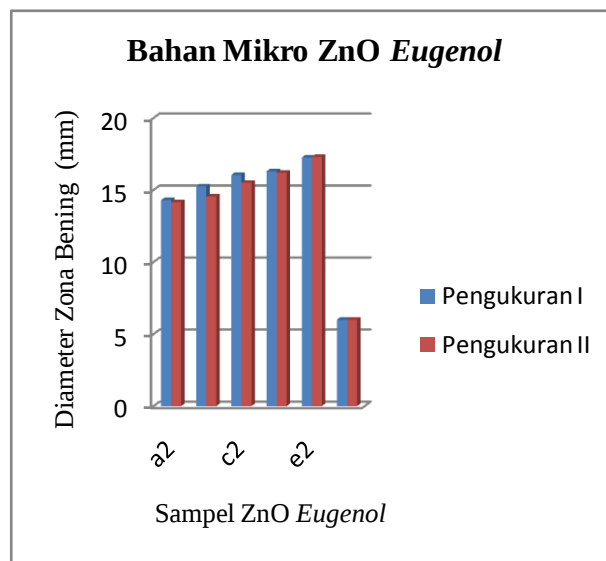
Gambar 4.1 Grafik Sampel Nano ZnO Eugenol terhadap Diameter Zona Bening

Tabel 4.2 Pengukuran Diameter Zona Bening Bahan Mikro

Sampel	Diameter Zona Bening Bahan Mikro (mm)		
	Pengukuran I	Pengukuran II	Rata-rata
A2	14,30±0,05	14,15±0,05	14,225±0,05
B2	15,25±0,05	14,55±0,05	14,90±0,05
C2	16,05±0,05	15,50±0,05	15,775±0,05
D2	16,30±0,05	16,20±0,05	16,25±0,05
E2	17,25±0,05	17,30±0,05	17,275±0,05
Kontrol Negatif	6±0,05	6±0,05	6±0,05

*Pengukuran I = pengukuran diameter zona bening pada daerah vertikal

*Pengukuran II = pengukuran diameter zona bening pada daerah horisontal



Gambar 4.2 Grafik Sampel Mikro ZnO Eugenol terhadap Diameter Zona Bening

Hasil penelitian di atas adalah hasil pengolahan data secara manual dengan menggunakan alat jangka sorong dan *Microsoft Office Excel* untuk pembuatan grafik batangnya.

Tabel 4.3 Uji Normalitas *Kolmogorov-Smirnov*

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		Residual for panjang
N		22
Normal	Mean	.0000
Parameters ^{a,b}	Std. Deviation	1.24867
Most Extreme	Absolute	.084
Differences	Positive	.084
	Negative	-.077
Kolmogorov-Smirnov Z		.394
Asymp. Sig. (2-tailed)		.998

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Pada *One Sample Kolmogorov-Smirnov Test* menunjukkan bahwa data diameter zona bening memiliki distribusi normal. Setelah data terdistribusi normal, dilakukannya analisis sidik ragam (ANOVA) yang type *One Way* untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan pengaruh dari perlakuan. Hasil uji menunjukkan data diameter zona bening memiliki variansi homogen dengan $p=0,068$ yaitu $> 0,05$, yang berarti data diameter zona bening pada nano, mikro dan kontrol *Zinc Oxide Eugenol* memiliki variansi homogen. Hasil uji anova satu arah menunjukkan bahwa interaksi antar kelompok perlakuan diameter zona bening memiliki taraf $p = 0,000$ yaitu $< 0,05$ yang berarti ada perbedaan antar kelompok perlakuan dengan diameter zona bening pada nano, mikro dan kontrol *Zinc Oxide Eugenol*.

Untuk melihat pasangan kelompok perlakuan mana yang berbeda maka analisis dilanjutkan dengan uji perbandingan berganda menggunakan *Post Hoc Multiple*

Comparison Tukey. Hasil uji Tukey menunjukkan bahwa kelompok perlakuan dengan variasi bubuk nanopartikel *Zinc Oxide* 0,6 g dengan *Eugenol* 0,2 ml memiliki hasil yang paling baik diantara perlakuan yang lain.

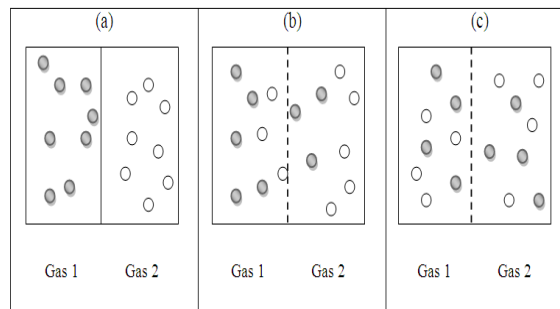
Dari hasil uji Dunnet menunjukkan bahwa signifikansi analisis sampel nano terhadap kontrol adalah sebesar 0,001 berarti $<0,005$. Sedangkan nilai signifikansi analisis sampel mikro terhadap kontrol adalah sebesar 0,001 berarti $<0,005$. Hal ini menunjukkan bahwa perbandingan masing-masing bahan antara bahan nano terhadap kontrol dan bahan mikro terhadap kontrol berbeda secara signifikan.

Sedangkan dari hasil uji Duncan menunjukkan nilai rata-rata diameter zona bening masing-masing sampel (nano, mikro dan kontrol). Pada kontrol rata-rata diameter zona bening sebesar 6.0000 mm, bahan mikro rata-rata diameter zona bening sebesar 15.6850 mm dan bahan nano rata-rata diameter zona bening sebesar 18.1050 mm. Dari hasil di atas menunjukkan bahwa semakin besar rata-rata diameter zona bening, semakin besar daya antibakterinya artinya semakin baik bahan tersebut sebagai tambalan sementara. Hasil rata-rata diameter zona bening menunjukkan bahwa bahan nano ZnO Eugenol merupakan bahan yang terbaik sebagai tambalan sementara pembuatan semen gigi.

4.2 Pembahasan

Penelitian ini menggunakan bahan bubuk nano *Zinc Oxide* dan cairan *Eugenol*, serta bahan bubuk mikro *Zinc Oxide* dan cairan *Eugenol* sebagai pembanding dengan perbandingan yang sama. Dalam proses *mixing Zinc Oxide* dengan *Eugenol*, molekul-molekul *Zinc Oxide* yang larut akan berdifusi ke dalam cairan *Eugenol* dan akhirnya menjadi tersebar secara merata. Sebagai contoh:

- = molekul *Zinc Oxide* (Gas 1)
- = cairan *Eugenol* (Gas 2)



Gambar 4.3 Difusi Gas. (a) Dua gas dipertahankan terpisah oleh sebuah sekat. (b) Segera setelah sekat dihilangkan, sebagian kecil molekul tiap gas didapatkan pada tiap sisi yang lain. (c) Setelah waktu tertentu campuran kedua gas menjadi serba sama dan tak terjadi difusi lebih jauh.

Difusi secara umum dihasilkan dari pergolakan molekular yang menghasilkan tumbukan yang sering antar-molekul, yang sebagai konsekuensinya terhambur (Alonso dan Finn, 1994). Difusi molekul disebabkan oleh perpindahan molekul-molekul dari suatu daerah yang konsentrasinya lebih tinggi ke daerah yang konsentrasinya lebih rendah.

Difusi bakteri dalam penelitian ini ialah pada bakteri *Streptococcus mutans*. Bakteri ini telah mengalami perkembangbiakan cepat dengan cara pembelahan sel. Perkembangbiakan yang cepat tersebut menyebabkan ruang yang semakin sempit sebagai tempat hidupnya. Adanya ruang yang semakin sempit pada tempat hidup bakteri tersebut, maka terjadilah tumbukan antar bakteri *Streptococcus mutans* itu sendiri yang mengakibatkan sebagian dari bakteri *Streptococcus mutans* memaksa masuk ke dalam media agar TYC yang berpori-pori. Perkembangan bakteri yang cepat dengan cara pembelahan sel merupakan konsentrasi yang tinggi, sedangkan untuk media agar TYC nya merupakan konsentrasi yang rendah sehingga terjadilah difusi.

Untuk difusi *Zinc Oxide Eugenol*, yang bertindak sebagai konsentrasi tinggi merupakan sampel *Zinc Oxide Eugenol* sedangkan yang bertindak sebagai konsentrasi rendah adalah media agar TYC. Sampel *Zinc Oxide Eugenol* juga masuk ke dalam media agar TYC. Dalam media agar TYC terdapat pori-pori yang berukuran nano dan mikro. Pori-pori tersebut yang nantinya akan ditempati sampel *Zinc Oxide Eugenol*. Pori yang ukuran nano ditempati oleh sampel *Zinc Oxide Eugenol* yang berukuran nano dan pori yang ukuran mikro ditempati oleh sampel *Zinc Oxide Eugenol* yang berukuran mikro.

Selanjutnya difusi yang terjadi adalah bakteri *Streptococcus mutans* yang berkembangbiak secara cepat, juga memaksa masuk ke dalam sampel *Zinc Oxide*

Eugenol. Namun karena sampel *Zinc Oxide Eugenol* mengandung antibakteri, sehingga bakteri *Streptococcus mutans* tidak jadi mendekat ataupun masuk ke dalam sampel *Zinc Oxide Eugenol* dan sebagian lagi mati. Sehingga pada hasil penelitian terdapat perbedaan yang jelas antara yang menggunakan sampel *Zinc Oxide Eugenol* dalam ukuran nano dan mikro.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa campuran bubuk nanopartikel *Zinc Oxide* dan cairan *Eugenol* pada perbandingan 0,6 g dan 0,2 ml (E_1) memiliki rata-rata diameter zona bening yang paling besar, sehingga membuktikan daya antibakterinya juga besar. Sebaliknya campuran bubuk nanopartikel *Zinc Oxide* dan cairan *Eugenol* pada perbandingan 0,4 g dan 0,2 ml (A_1) memiliki rata-rata diameter zona bening yang paling kecil, sehingga membuktikan daya antibakterinya juga kecil. Begitu juga yang berbahan mikropartikel. Namun lebih besar diameter zona bening yang berbahan nanopartikel.

Dua hal yang membuat nanopartikel berbeda dengan material sejenis dalam ukuran besar yaitu: (a) karena ukurannya yang kecil, nanopartikel memiliki nilai perbandingan antara luas permukaan dan volume yang lebih besar jika dibandingkan dengan partikel sejenis dalam ukuran besar. Ini membuat nanopartikel bersifat lebih reaktif. Reaktivitas material ditentukan oleh atom-atom di permukaan, karena hanya atom-atom tersebut yang bersentuhan langsung dengan material lain; (b) ketika ukuran partikel menuju orde nanometer, maka hukum fisika yang berlaku lebih didominasi oleh hukum-hukum fisika kuantum (Abdullah, dkk., 2008)

Sifat-sifat yang berubah pada nanopartikel biasanya berkaitan dengan fenomena-fenomena berikut ini. Pertama adalah fenomena kuantum sebagai akibat keterbatasan ruang gerak elektron dan pembawa muatan lainnya dalam partikel. Fenomena ini berimbas pada beberapa sifat material seperti perubahan warna yang dipancarkan, transparansi, kekuatan mekanik, konduktivitas listrik dan magnetisasi. Kedua adalah perubahan rasio jumlah atom yang menempati permukaan terhadap jumlah total atom. Fenomena ini berimbas pada titik didih, titik beku dan reaktivitas kimia. Perubahan-perubahan tersebut menjadi keunggulan nanopartikel dibandingkan dengan partikel sejenis dalam keadaan bulk (Abdullah, dkk., 2008)

Suasana rongga mulut sangat sesuai untuk pertumbuhan mikroorganisme (Linda, 2007). Rongga mulut berpotensi besar penyebab karies gigi karena dapat mendmineralisasi enamel gigi dengan adanya plak sebagai faktor pemicunya. Ada 5 cara mikroorganisme dapat masuk ke dalam pulpa gigi menurut Philip, yaitu : melalui kavitas yang terbuka, umumnya karies gigi ; dari karies pada permukaan akar ; dari poket

periodontal melalui lateral atau kanal aksesori yang menghubungkan dengan foramen apikalis ; fraktur atau trauma selama operasi serta berasal dari karies sekunder.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh penggunaan bahan nanopartikel *zinc oxide* (ZnO) dalam pembuatan semen gigi *zinc oxide and eugenol* terhadap sifat antibakterinya pada beberapa jumlah bubuk yang berbeda (A_1, B_1, C_1, D_1, E_1). Serta apakah ada perbedaan bahan nanopartikel *zinc oxide* (ZnO) dengan bahan mikropartikel *zinc oxide* (ZnO) dengan (A_2, B_2, C_2, D_2, E_2) dalam pembuatan semen gigi *zinc oxide and eugenol* terhadap sifat antibakterinya. Semakin besar zona beningnya semakin besar pula daya antibakterinya. Dalam penelitian ini menggunakan jumlah bubuk yang berbeda-beda dimaksudkan untuk mengetahui perbedaan daya antibakteri semen *Zinc Oxide Eugenol* dengan penambahan bubuk pada tiap perbandingan. Dengan penambahan jumlah bubuk pada perbandingan bubuk dan cairan maka semakin meningkatkan kekerasannya dan semakin berkurang kebocoran dan kelarutannya (Craig,1997). Sedangkan cairan Eugenol yang tetap pada 0,2 ml dimaksudkan karena sifat eugenol yang dapat mengiritasi pulpa.

Hasil uji statistik terdapat perbedaan bermakna panjang diameter zona bening. Dari hasil penelitian ini terlihat bahwa dengan penambahan bubuk nanopartikel *Zinc Oxide Eugenol* berpengaruh terhadap peningkatan daya antibakteriya, terlihat semakin besar diameter zona bening yang dihasilkan maka semakin besar daya antibakterinya. Ini disebabkan penambahan nanopartikel *Zinc Oxide Eugenol* meningkatkan kekerasannya dan semakin berkurang kebocorannya dan kelarutannya.

Daya antibakteri semen *zinc oxide eugenol* berasal dari kandungan serbuk *zinc oxide* yang merupakan campuran logam berat Zn yang berasal dari mineral *zincite* (ZnS) yang mengalami pembakaran di udara, oksidasi langsung dari Zn, dekomposisi dari sulfat, nitrat hidroksida atau karbonat. Kebanyakan logam berat, baik yang tunggal ataupun kombinasinya mempunyai efek yang merugikan terhadap mikroorganisme. Logam tidak mempunyai aktifitas antibakteri apabila tidak bereaksi menjadi garam yang tidak larut dan terionisasi. Garam dari logam berat dan senyawanya bereaksi sebagai anti mikroba dengan cara berkombinasi dengan protein sel dan enzim yang mengandung grup sulfhidril. Konsentrasi dari logam berat yang tinggi menyebabkan denaturasi protein.

Garam dari logam berat juga berfungsi sebagai presipitan (penggumpal) cairan eugenol dapat meningkatkan aktifitas daya antibakteri sebab eugenol memiliki sifat bakterisidal dengan membentuk struktur phenol. Phenol bekerja sebagai antibakteri dengan merusak membrane plasma secara total yang menyebabkan keluarnya metabolit

penting dari dalam sel dan menonaktifkan sejumlah sistem enzim bakteri sehingga fungsi normalnya terganggu sehingga mengakibatkan kematian pada mikroorganisme.

Semen zinc oxide eugenol dengan kandungan utamanya zinc oxide dan eugenol digunakan sebagai tambalan sementara karena keunggulannya sebagai bahan tumpatan sementara yang baik, sebagai bahan pelapik, bahan pengisi saluran akar, pembalut periodontal dan pada perawatan pulpotomi. Tetapi pada pemakaian semen zinc oxide eugenol sebagai tambalan sementara menimbulkan reaksi terhadap pulpa, begitu juga pada perawatan pulpotomi.

Eugenol yang dimiliki semen ini mempunyai potensi iritasi terhadap jaringan tetapi memiliki keunggulan dengan daya antibakterinya. Semen zinc oxide eugenol dengan kandungan eugenolnya memiliki kekuatan antibakteri yang kuat dibandingkan Polikarboksilat, Zinc fosfat, Silikat, Silikofosfat dan Resin komposit. Kandungan eugenolnya menunjukkan iritasi / toksisitas terhadap jaringan, memiliki potensi iritasi juga dapat berdifusi ke dalam pulpa sangat sedikit. Semen zinc oxide eugenol mampu mencegah cedera pulpa dan mengurangi rasa nyeri pada pulpitis.

Hasil penelitian laboratories yang telah dilakukan tentang pengaruh penambahan nanopartikel *Zinc Oxide Eugenol* terhadap sifat antibakterinya terlihat bahwa kekuatan tambalan sementara semen *Zinc Oxide Eugenol* seiring penambahan bubuk nanopartikel *Zinc Oxide* nya dan bubuk mikropartikel *Zinc Oxide* nya, namun bubuk nanopartikel *Zinc Oxide* yang jauh lebih baik.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari serangkaian penelitian dan analisis tentang uji antibakteri nano semen gigi seng oksida dan eugenol (*zinc oxide eugenol cement*) diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Semakin banyak penambahan nanopartikel *zinc oxide* (ZnO) terlihat bahwa semakin besar zona bening yang dihasilkan, maka membuktikan bahwa daya antibakterinya juga besar.
2. Penambahan nanopartikel *zinc oxide* (ZnO) pada semen gigi *zinc oxide eugenol* memiliki daya antibakteri yang jauh lebih baik dari semen gigi *zinc oxide eugenol* yang berukuran mikropartikel. Ketika ukuran partikel semakin kecil, maka semakin besar luas penampangnya. Sehingga memungkinkan semakin tinggi pula tumbukan antar partikel tersebut.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan terkait dengan komposisi *zinc oxide* (ZnO) sehingga dapat mengetahui komposisi yang paling baik, serta dalam hal berat sampel masing-masing diupayakan sama sehingga dapat diaplikasikan dalam fisika medis ataupun kedokteran gigi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Mikrajuddin, dkk. 2008. *Sintesis Nanomaterial*, ITB, Bandung
- Anusavice, J.K. 2003. *Philips: Buku Ajar Ilmu Bahan Kedokteran Gigi*, Alih Bahasa: Johan Arif Budiman dan Susi Purwoko. Jakarta: EGC
- Arifudin, A.F. 2008. *Pembuatan Semen Gigi Seng Fosfat Berbahan Dasar Seng Oksida dan Asam Fosfat*, Skripsi Fakultas Sains dan Teknologi UNAIR, Surabaya
- Astuti, Z.H. 2007. *Kebergantungan Ukuran Nanopartikel Terhadap Warna Yang Dipancarkan Pada Proses Deeksitasi*, ITB, Bandung
- Baum, Philips and Lund. 1995. *Buku Ajar Ilmu Konservasi Gigi* Alih Bahasa : Rasinta Tarigan, Edisi ke 3. Jakarta: EGC
- Besford, John. 1996. *Mengenai Gigi Anak Petunjuk Bagi Orang Tua*, Arcan, Jakarta.
- Combe, E.C.1992. *Sari Dental Material*, Alih bahasa: drg. Slamet Tarigan, MS, Ph.D. Jakarta: Balai Pustaka
- Cahyani, F. 2002. *Kelarutan Tumpatan Sementara Zinc Oxide Eugenol dalam Larutan Buffer Ph 4, 6, 8*, Skripsi, Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga, Surabaya
- Craig, RG. 1997. *Restorative Dental Matherial*, 9th ed, C.V Mosby Co, Louis, p 183-194
- Greenwood, Norman N. And A. Earnshaw. 1997. *Chemistry of the Elements 2nd Edition*. Oxford: Butterworth – Heinemann
- Lunardi, CGJ, 1986, *Pengaruh Penambahan Zinc Oxide pada Resin Akrilik yang akan digunakan sebagai Tumpatan Sementara terhadap Kelarutan atau Disintegrasi, Kekerasan dan Penutupan Tepi Tumpatan*, Pasca Sarjana Universitas Airlangga, Surabaya
- Lutviyah. 2008. *Pembuatan Semen Gigi Zinc Polikarboksilat dari Bahan Baku Zinc Oksida dan Asam Poliakrilat*, Skripsi FSainTek UNAIR, Surabaya
- Nurhasanah, D. 2009. *Pemberian Aditif Polistiren pada Semen Gigi Berbahan Dasar Zinc Oxide dan Eugenol*, Skripsi FsainTek UNAIR, Surabaya

- Noort, R.V. 1994. *Introduction to Dental Material*, Mosley, London
- Nugroho, Pramono. 2007. *Pembuatan Semen Tambal Gigi dengan Bahan Dasar Polimer*, LIPI, Bandung
- Rochman, Dr. Nurul Taufiqu. 2009. *HKI media/Vol.IV/No.3*, PUSPIPTEK, Serpong, Tangerang
- Rochyani, Linda. 2007. Daya Anti Bakteri Bahan Tumpatan Sementara Zinc Oxide Eugenol, Universitas Hang Tuah, Surabaya
- Sulihiningtyas., D., R., 2000, *Pengaruh Perbandingan Serbuk Dan Cairan Terhadap Kekuatan Bakteriostatik Bahan Tumpatan Sementara Fletcher*, Skripsi, Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga, Surabaya
- Tjondro M, 2002, Perbedaan Kebocoran Apeks Gigi Pada Pengisian Saluran Akar Memakai Gutta Point Dengan Pasta Zinc Oxide Eugenol Dan Semen Ionomeri Gelas, Skripsi, Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga, Surabaya
- Wahyu, Eriek, 2011, *Pengaruh Pemberian Nanopartikel ZnO Terhadap Mikrostruktur Semen Gigi Seng Fosfat*, Skripsi, Universitas Airlangga, Surabaya
- Widyaningrum, Retno, 2010, *Sintesa Nanopartikel ZnO Dengan Mekano-Kimia*, Skripsi, Universitas Airlangga, Surabaya