

Pengaruh morfologi serbuk silika nanopartikel terhadap efektivitas poles pewarnaan gigi

Rivita Siagian

Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Kristen Maranatha

Angela Evelyn

Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Kristen Maranatha

Bambang Sunendar Purwasasmita

Advanced Material Processing Laboratory, Faculty of
Industrial Technology, Institut Teknologi Bandung

Abstrak

Silika merupakan produk yang dihasilkan dari *hydrated silica* yang tersedia dalam berbagai ukuran partikel dan karakteristik. Silika adalah bahan yang mudah ditemukan dan secara mekanis dapat menjadi *stain remover*. Ukuran partikel silika yang besar dapat mengakibatkan goresan yang dalam pada gigi dan mudah mengalami *stain* kembali sehingga digunakan ukuran nano. Penelitian bertujuan menguji ada atau tidaknya hasil sintesis silika nanopartikel dengan morfologi *nanosphere* dan *nanorod* dan perbedaan efektivitas abrasi pada silika yang berbeda morfologinya. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorium dengan menggunakan 27 sampel dibagi 3 kelompok. Kelompok satu merupakan gigi yang dipoles dengan silika *nanosphere*, kelompok dua dengan silika *nanorod*, dan kelompok ketiga dengan campuran kedua jenis silika. Gigi yang masih bersih difoto kemudian dialiri kopi selama dua bulan untuk mendapatkan *staining* lalu di foto kembali. Gigi *staining* dipoles dengan proses *three body wear* dengan partikel abrasif dari ketiga kelompok yang diaplikasikan menggunakan *rubber cup* dan *low speed handpiece* kemudian dianalisis menggunakan *software Image J*. Analisis data menggunakan metode ANOVA dengan nilai $p < 0,05$ dan juga uji t-tidak berpasangan. Simpulan penelitian menunjukkan hasil sintesis silika nanopartikel dengan morfologi *nanosphere* dan *nanorod* dan terdapat perbedaan efektivitas abrasi pada silika yang berbeda morfologinya, yang paling signifikan adalah silika *nanorod*.

Korespondensi:

Rivita Siagian

Fakultas Kedokteran Gigi
Universitas Kristen Maranatha
Jl. Prof. drg. Surya Sumantri,
M.P.H. No. 65, Bandung - 40164,
Jawa Barat

Kata Kunci: Silika *Nanosphere*, Silika *Nanorod*, Abrasif

Morphological effects of silica nanoparticle powders on tooth staining polishing

Abstract

Silica is a product which is produced from hydrated silica available in a variety of particle sizes and characteristics. Silica is easy to find and mechanically used as stain remover. Large size of silica particles can cause deep scratches on the teeth and restaining can occurred so that nanoscale be used. The aim of this research to determine the result test from synthesis silica nanoscale with morphology nanosphere and nanorod and differences effectiveness of abrasion with different morphology. This research was an experimental study with 27 sample divided into three groups. The first group were polished with silica nanosphere, the second group with silica nanorod and the third group with a mixture of both silica. Tooth samples was captured then flowed by a solution of coffee during 2 months until the color changes and last taken picture of it. The tooth staining was polished with three body wear process with three abrasive particles from three groups was applied use to rubber cup and low speed handpiece then analyzed using software image J. The data were statistically analyzed using ANAVA test with $p < 0,05$ and continued with unpaired t-test. Research conclude that the result test of synthesis nanoparticle silica obtained morphology nanosphere and nanorod and there are also differences effectiveness abrasion of silica with different morphology.

Keywords : Silica Nanosphere, Silica Nanorod, Abrasive

Pendahuluan

Fokus utama dari praktek kedokteran gigi adalah pencegahan dan pengobatan. Salah satu proses yang dilakukan dalam kedokteran gigi pencegahan adalah penyikatan untuk menghilangkan plak ataupun *stain*. *Staining* atau pewarnaan pada gigi dapat terjadi pada permukaan gigi (*extrinsic stain*) yang dapat disebabkan oleh konsumsi diet seperti kopi dan teh atau kebiasaan merokok atau mengunyah tembakau dan dapat juga terjadi secara intrinsik yang berasal dari penggunaan obat-obatan tertentu seperti *tetracycline*, beberapa kondisi sistemik atau penyakit. *Extrinsic stain* langsung terjadi ketika pelikel

mengabsorpsi agen pewarnaan (*staining agent*). *Extrinsic stain* pada gigi dapat dihilangkan dengan berbagai cara salah satunya dengan menggunakan pasta gigi. Pasta gigi ini berfungsi untuk mengurangi plak dan membantu menghilangkan *stain*. Namun pasta gigi ini terkadang efektivitasnya terbatas untuk menghilangkan *stain* yang ringan. Penghilangan *stain* biasanya dilakukan dokter gigi setelah tindakan *scaling* yaitu pada tindakan profilaksis dengan menggunakan pasta profilaksis. Beberapa tahun terakhir, pasta profilaksis dikembangkan sehingga memiliki sifat membersihkan (abrasif) dan kemampuan memoles dalam satu pasta. Profilaksis ini dapat dilakukan dengan menggunakan

pasta gigi yang mengandung bahan abrasif sehingga lebih efektif untuk menghilangkan *stain*.¹⁻⁴

Abrasi dapat didefinisikan sebagai penghapusan (*removal*) material dengan penggosokkan (*rubbing*), pemotongan (*cutting*), pengikisan (*scraping*). Bahan yang digunakan untuk mengabrasi disebut abrasif (*abrasive*). Partikel abrasif yang umum digunakan pada pasta profilaksis adalah *pumice*, *aluminum oxide (alumina)*, *silicon carbide*, *aluminum silicate*, *silicone dioxide*, senyawa *carbide*, *garner*, *feldspar*, *zirconium silicate*, *zirconium oxide*, *boron*, *calcium carbonate*, *hydrated silica* dan partikel abrasif lain seperti *emery*, *perlite* dan silika. Silika termasuk bahan yang banyak dan mudah ditemukan dengan harga yang relatif murah juga secara mekanis dapat membersihkan gigi. Silika merupakan salah satu dari banyak produk yang dihasilkan oleh *hydrated silica* yang tersedia dalam berbagai ukuran partikel dan karakteristik. Perbedaan *hydrated silica* dengan silika adalah *hydrated silica* bersifat mudah larut dalam air sehingga efektivitas abrasinya tidak sebesar silika yang tidak memiliki unsur air di dalamnya. Namun kebanyakan pasta gigi pemutih, pasta gigi yang digunakan sebagai *stain remover* dan pasta profilaksis komposisinya menggunakan *hydrated silica*.⁵⁻⁹

Pada penelitian sebelumnya telah digunakan *hydrate silica* dan juga silika dengan morfologi partikelnya mikro. Ukuran abrasif yang lebih besar lebih mengabrasi sehingga mengakibatkan goresan pada gigi dan permukaan gigi menjadi kasar yang mengakibatkan *stain* mudah kembali. Bahan abrasif yang diuji dalam penelitian ini berukuran nano. Nanopartikel merupakan partikel yang setidaknya satu dimensi lebih kecil dari 1 mikron dan memiliki bentuk amorf atau kristal. Nanomaterial dihasilkan melalui dua cara umum yang dapat digunakan yaitu top down dan bottom up. *Sol gel* merupakan salah satu contoh metode pembuatan material berkonsep *bottom up*. Pada proses sol gel, suspensi koloid dari partikel padat yang terdapat pada cairan (*liquid*) yang disebut sebagai sol diubah menjadi massa

yang viskositasnya tinggi.^{8,10-14} Dalam penelitian ini digunakan silika dengan ukuran nano. Silika ukuran nano ini dapat menghilangkan *stain* pada permukaan gigi, tetapi tidak menghasilkan goresan yang dalam sehingga *stain* tidak mudah kembali. Terdapat berbagai macam morfologi partikel silika dalam bentuk nano yaitu, *nanosphere*, *nanowire*, *nanofiber*, *nanorod*. Silika nanopartikel yang dihasilkan dari proses *sol gel* memiliki bentuk *sphere* sehingga untuk mendapatkan bentuk *rod* diperlukan *template*. Sintesis dapat melalui beberapa jalur pendekatan yaitu *hard template* yang menggunakan *template* berskala nano yang telah dibuat sebelumnya dan *soft template* yang menggunakan surfaktan dalam larutan untuk mengarahkan pertumbuhan partikel menjadi bentuk yang diinginkan.¹⁵⁻¹⁷ Pada penelitian ini akan dibandingkan pengaruh perbedaan morfologi dari nanopartikel silika yaitu silika *nanosphere* yang memiliki morfologi berbentuk bulat (*round*) dan *nanorod* yang berbentuk batang terhadap efektivitas abrasifnya pada gigi yang mengalami *extrinsic staining* dalam pengembalian warna gigi.

Metode penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorium murni yang bertujuan untuk mensintesis, mengkarakterisasi dan membandingkan efek abrasi partikel silika dari tiga kelompok yang berbeda. Sampel penelitian berupa dua puluh tujuh gigi yang diberi *stain* buatan melalui pengaliran larutan kopi. Sampel penelitian dibagi menjadi tiga kelompok perlakuan poles serbuk silika nanopartikel dengan morfologi berbeda.

Silika nanopartikel disintesis dengan menggunakan metode *sol-gel*. Sintesis dibagi menjadi dua untuk membentuk silika *nanorod* dan silika *nanosphere*. Silika *nanorod* disintesis dari prekursor *sodium silicate* 0,3 M dengan *template* larutan kanji 0,5%.¹⁶

Kedua jenis serbuk silika dikarakterisasi morfologi dan ukuran partikelnya dengan

menggunakan SEM (*Scanning Electrone Microscope*). Uji efektivitas poles dilakukan melalui pengaliran larutan kopi robusta pada 27 spesimen gigi premolar yang sebelumnya sudah dianalisis sifat optiknya menggunakan *software image J*. Spesimen gigi dibagi menjadi 3 kelompok yang berbeda yaitu gigi dipoles dengan silika nanosphere (kelompok 1), gigi dipoles dengan silika nanorod (kelompok 2), dan gigi dipoles dengan campuran silika nanosphere dan nanorod (kelompok 3). Gigi yang telah dipoles diuji lagi sifat optiknya dengan menggunakan *software image g*.¹⁸

Analisis data menggunakan metode ANOVA dan untuk melihat perbedaan rerata sebelum dan sesudah perlakuan pada kedua kelompok perlakuan menggunakan uji *t*-tidak berpasangan dengan program MegaStat dimana kemaknaan ditentukan berdasarkan nilai $p < 0,05$.

HASIL

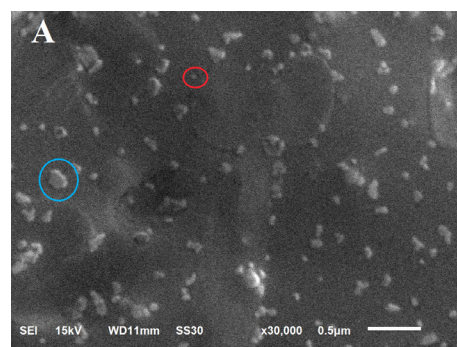
Hasil penelitian ini terdiri dari dua bagian yaitu hasil karakterisasi morfologi mikrostruktur spesimen dan hasil uji optik. Karakterisasi nanopartikel silika menggunakan *scanning electron microscope* (SEM), uji optik dilakukan dengan menggunakan *digital microscope* merk Dino-Lite Pro dengan perbesaran 30x dan dianalisa dengan menggunakan *software Image J*.

Silika nanopartikel ini didapatkan dari sintesis yang telah dilakukan dengan menggunakan metode *sol-gel* dan berhasil didapatkan dilihat dari hasil karakterisasi SEM yang telah dilakukan. Perbedaan pada sintesis silika nanopartikel pada bentuk *nanosphere* dan *nanorod*. Bentuk *nanorod* ini didapatkan dengan menggunakan kanji atau tepung tapioka sebagai *template*. *Template* ini yang menghasilkan bentuk batang yang diperlukan untuk mendapatkan *nanorod*. Hasil karakterisasi dapat dilihat pada gambar 1.

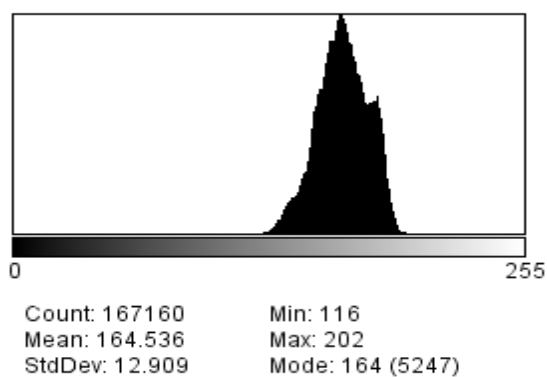
Hasil karakterisasi SEM dari serbuk silika ini menunjukkan bentuk dan ukuran yang telah terbentuk dengan perbesaran 30.000 kali. Gambaran SEM tersebut menunjukkan

silika dengan skala nano. Gambar 1 (A) menggambarkan hasil karakterisasi dengan diameter dari silika *nanosphere* yang diberi lingkaran merah sebesar 30nm dan pada lingkaran biru 170nm. Serbuk silika *nanosphere* dengan bentuk bulat ini menyebar dengan rentang ukuran diameter seperti yang telah disebutkan sebelumnya. Pada Gambar 1 (B) dihasilkan bentuk yang berupa batang (*rod*) yang diperlukan dalam penelitian ini. Gambaran SEM tersebut menampilkan gambaran jelas partikel *nanorod* yang diberi bulatan merah dengan perbandingan ukuran diameter dan panjang mendekati 1:5 yaitu dengan diameter 160nm dan panjang 930nm. Ukuran serbuk silika *nanorod* ini cukup bervariasi dengan rentang ukuran diameter partikel berkisar antara 60nm hingga 210nm. Serbuk silika yang didapatkan pada penelitian ini belum homogen dan rentang ukuran serbuk silika nanopartikel cukup bervariasi. Rentang ukuran yang didapatkan berkisar antara nanometer dan submikron sehingga dibutuhkan penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan serbuk silika nanopartikel yang ukurannya lebih homogen. Terlihat juga partikel yang saling bertumpuk satu sama lainnya membentuk cluster. (Gambar 1).

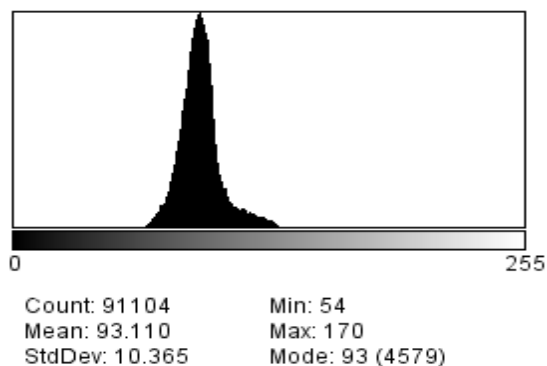
Uji optik yang telah dilakukan bertujuan untuk melihat adanya perubahan warna seperti terlihat pada gambar 2. Gambar diambil menggunakan mikroskop-CCD dengan perbesaran 30 kali. Gambar ini diambil dengan jarak dari ujung lensa ke dasar meja penyangga sebesar 5cm. Hasil pengambilan gambar dianalisa dengan



Gambar 1. Hasil karakterisasi SEM (A) Silika nanosphere (B) Silika nanorod



Gambar 2. Gambar gigi (A) sebelum dialiri kopi (B) setelah dialiri kopi



Gambar 3. Histogram gray scale sebelum dan setelah dialiri kopi

menggunakan *software Image J*. Perbedaan warna ditunjukkan dari pencitraan *gray scale* melalui histogram (Gambar 3). Histogram *gray scale* merupakan total rata-rata dari RGB (*Red Green Blue*). Nilai ini berfungsi untuk menunjukkan perbedaan warna pada sampel yang diuji. Data yang dihasilkan dari pengujian optik dapat dilihat melalui nilai rerata, simpangan baku, nilai maksimal dan nilai minimal. Pada penelitian ini digunakan nilai rerata karena nilai ini mewakili nilai dari warna yang ada pada gigi sehingga dapat membandingkan perubahan warna yang terjadi. Pada pengujian optik, jika absorpsi yang terjadi besar maka panjang gelombang akan semakin kecil sehingga menimbulkan hasil foto yang lebih gelap.¹²

Pada analisis statistik nilai rerata didapatkan dari selisih antara gigi yang mengalami *staining* dan gigi telah diaplikasikan bahan poles di setiap

kelompok. Pada kelompok 1 menghasilkan rerata 59.238 dan simpangan baku 8.93338. Kelompok II didapatkan hasil rerata 54.543 dan simpangan baku 6.20791 dan pada kelompok III memiliki rerata 57.236 dengan simpangan baku 8.42897. Jika dibandingkan antara tiga kelompok tersebut di atas tidak didapatkan hasil yang signifikan maka selanjutnya dilakukan *t-test* untuk melihat berapa besar tingkat signifikansi. Pada kelompok I yang dilakukan pemolesan dengan silika *nanosphere* didapatkan hasil *p-value* 0.000000002124 yang menunjukkan bahwa hasil perubahan warna pada kelompok ini sangat signifikan. Begitu juga dengan kelompok II yang menghasilkan *p-value* 0,000000002306 yang menunjukkan hasil ini juga sangat signifikan dan juga pada kelompok III didapatkan hasil yang signifikan juga yaitu 0.00000001763. Jika disimpulkan pada *t-test* ini maka yang paling signifikan adalah kelompok II yaitu silika *nanorod*.

Silika merupakan material yang banyak digunakan di kedokteran gigi dan merupakan salah satu bahan yang memiliki efek abrasif. Kekuatan dari ikatan Si-O memiliki kekuatan yang tinggi. Silika dengan ukuran yang besar yang memiliki kekerasan yang besar dapat menyebabkan adanya goresan saat dilakukan pemolesan. Untuk mengurangi goresan tersebut, salah satu caranya adalah mengurangi kekerasan abrasif yang juga akan meningkatkan kualitas permukaan poles. Pengurangan kekerasan ini dilakukan dengan mengurangi ukuran silika menjadi nano dengan tidak mengurangi kekuatan abrasif yang terlalu besar. Hal ini juga dapat mengurangi tingkat kekasaran pada permukaan gigi setelah dilakukan pemolesan karena semakin besar ukuran abrasif maka hasilnya semakin kasar.^{19,20}

Kedua bentuk silika ini memiliki kemampuan abrasif yang cukup besar untuk menghapus *staining* tetapi, yang membedakannya adalah hasil pada permukaan gigi yang dipoles. Dapat disimpulkan bahwa silika yang berbentuk *sphere* selain dapat mengabrasi juga menghasilkan efek *polishing* yang lebih besar

dibandingkan dengan *rod* karena bentuk dari *sphere* ini bulat sedangkan pada *rod* atau batang yang lebih tajam dan memiliki sudut sehingga *rod* lebih tinggi tingkat abrasivitasnya.^{7,20-21}

Simpulan

Hasil Sintesis dengan teknik *sol-gel* dengan template tapioka menghasilkan serbuk silika *nanosphere* dan *nanorod*. Silika *nanorod* abrasivitas yang lebih baik dibandingkan silika *nanosphere*. Silika *nanosphere* memiliki efektivitas poles yang lebih baik dari *nanorod*. Kombinasi silika *nanorod* dan *nanosphere* menghasilkan bahan poles yang memiliki sifat abrasif dan poles yang baik.

Daftar pustaka

- Goldstein RE. *Esthetics in Dentistry*. 2nd ed. London: BC Decker Inc; 1998. p. 1-2.
- Prathap S, Rajesh H, Bloor VA, Rao SA. *Extrinsic Stains and Management: A New Insight*. J Acad Indus Res; 2013;1(8):435-42.
- American Academy of Pediatric Dentistry. *Guideline on the Role of Dental Prophylaxis in Pediatric Dentistry*. Clinical Affairs Committee 2007. p. 151-2.
- Marcella MA, Wahyudi IA, Puspita RM. *Effect of Coffee, Tea, and Milk Consumption on Tooth Surface Hardness (In Vitro Study)*. Jurnal PDGI 2014;(63):14-8.
- Ferracane JL. *Material in Dentistry: Principle and Applications*. 2nded. Philadelphia:Lippincott Williams & Wilkins;2001. p. 293-7.
- Putt M. *Abrasion, Polishing, and Stain Removal Characteristics of Various Commercial Dentifrices In Vitro*. J Clin Dent 2011;(21):11-8.
- Sadeghi B. *Synthesis and Application of Nanorods*. Department of Chemistry; 2012. p. 117-28.
- Venkatathri N, Yoo JW. *Synthesis and Characterization of Silica Nanosphere from Octadecyltrimethoxy Silane*. Bull Korean Chem Soc; 2008;1(29):29-30.
- Covey DA, Barnes C, Watanabe H, Johnson WW. *Effects of a Paste-Free Prophylaxis Polishing Cup and Various Prophylaxis Polishing Pastes on Tooth Enamel and Restorative Materials*. Dental Materials; 2011: 466-473.
- Catherine J, Murphy, Jana RN. *Controlling the Aspect Ratio of Inorganic Nanorods and Nanowires*. Advanced Material; 2002. p. 80-3.
- Manuel ST, Abhishek P, Kundabala M. *Etiology of tooth discoloration*. Nig Dent J 2010;(18):56-63.
- Watts A, Addy M. *Tooth discoloration and staining: a review of the literature*. British Dental Journal; 2001;(190):309-16.
- Powers JM, Wataha JC. *Dental Materials Properties and Manipulation*. 9th ed. Houston: Mosby Elsevier; 2010. p. 119-26.
- Rahman IA, Padavettan V. *Synthesis of Silica Nanoparticles by Sol-Gel: Size-Dependent Properties, Surface Modification, and Applications in Silica-Polymer Nanocomposites*. J Nanomateri 2012. p. 1-15.
- Pham H, Nguyen QP. *Effect of Silica Nanoparticles on Clay Swelling and Aqueous Stability of Nanoparticle Dispersions*. J Nanopart Resear 2013.
- Pradipta AS. *Aplikasi Nanorod White Carbon Black dan Chitosan pada Sintesis Serat Rayon Viskosa Hidrofobik*. Program Studi Teknik Material Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara. Institut Teknologi Bandung; 2014. p. 12-6.
- Catherine J, Murphy, Jana RN. *Controlling the Aspect Ratio of Inorganic Nanorods and Nanowires*. Advanced Material; 2002. p. 80-3.
- Karadas M, Seven N. *The effect of different drinks on tooth color after home bleaching*. Europ J Dentis 2014;8(2):249-53.
- Rahman IA, Padavettan V. *Synthesis of Silica Nanoparticles by Sol-Gel: Size-Dependent Properties, Surface Modification, and Applications in Silica-Polymer Nanocomposites*. J

- Nanomaterials; 2012:1-15.
20. Hiremath SS. Textbook of Preventive and Community Dentistry. 2nd ed. India: Elsevier; 2011. p. 320
21. Darby M. An Evidence-Based Approach to Cleansing and Polishing Teeth. The American Academy For Oral Systemic Health; 2012.