



Journal of Physics
and Application



Jurnal Fisika dan Terapannya

**Volume 1
Nomor 4
Desember 2013**

ISBN: 9 772337 300009

Jurnal Departemen Fisika
Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga
Jl. Mulyorejo Kampus C UNAIR, Surabaya, Indonesia
Tel : +62-31-592 6501
Kode Pos: 60115
Fax : +62-31-592 6502, +62-31-592 6503
E-mail : fisika@fst.unair.ac.id

JURNAL FISIKA DAN TERAPANNYA

VOLUME 1, NOMOR 4, DESEMBER 2013

Penanggung Jawab

Prof.,Drs., Win Darmanto, M.Si,Ph.D.

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Airlangga, Indonesia

Dewan Redaksi (Editorial Board):

Ketua : Drs. Siswanto, M.Si.

Wakil Ketua: Dr. Retna Apsari, M.Si.

**Anggota : Dr. Suryani Dyah Astuti, M.Si.
Mohammad Faried, ST.**

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah yang Maha Esa, berkat rahmat dan hidayahNya semata jurnal online edisi pertama ini dapat diterbitkan.

E-jurnal “Fisika dan Terapannya” ini merupakan media publikasi bagi sivitas di lingkungan departemen Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga. Selain itu melalui media ini diharapkan dapat mencegah terjadinya praktek plagiasi dalam penelitian. Pada edisi pertama ini, diterbitkan sepuluh makalah hasil penelitian mahasiswa dari program studi S1 Fisika dan program studi Teknobiomedik, masing-masing memberikan sumbangan lima makalah. Topik makalah dari prodi S1 Fisika meliputi bidang biofisika, fisika material, fotonik dan komputasi, sedangkan topik makalah dari prodi teknobiomedik meliputi bidang biomaterial dan instrumentasi medis . Hal ini sesuai dengan kelompok bidang keahlian (KBK) yang dikembangkan pada kedua program studi tersebut.

Semoga jurnal ini dapat bermanfaat bagi pembaca semua.

Ketua Departemen Fisika
FST Universitas Airlangga

Drs. S i s w a n t o, M.Si.

Jurnal Fisika dan Terapannya

(Journal of Physics and Application)

Volume 1, Nomor 4,
DESEMBER 2013

DAFTAR ISI

Aditta Putri Aulia H. Welina Ratnayanti Tri Anggono P	Analisis Profil Potensial Listrik Pada Titik Akupuntur Untuk Diagnosis Diabetes Mellitus	1
Ahmad Zaini Arif Samian Supadi	Aplikasi Serat Optik Sebagai Indikator Ketinggian Cairan Dengan Metode Deteksi Daya Rugi Optis Akibat Pelengkungan Dan Pemolesan	18
Aziza Anggi Maiyanti Jan Ady Djoni Izak R	Sintesis dan Karakterisasi Sifat Mikroskopik Keramik Batako dengan Variasi Penambahan Sekam Tebu	26
Cicilia Maya Christanti Dyah Hikmawati Djoni Izak R	Pengaruh Variasi <i> Holding Time </i> Pada Proses Laku Panas Terhadap Sifat Fisis Material Baja 2436	36
Fita Fitria Wellina Ratnayanti K Tri Anggono P.	Penentuan Respon Optimal Fungsi Penglihatan Ikan Terhadap Panjang Gelombang Dan Intensitas Cahaya Tampak	41
Aditya Iman Rizqy Aminatun Prihartini Widiyanti	Studi Infiltrasi Tubulus Dentin Berbasis Hidroksiapatit yang Berpotensi untuk Terapi Dentin Hipersensitif	47
Agnes Krisanti W. Adri Supardi Prihartini Widiyanti	Sintesis dan Karakterisasi Kolagen dari Tendon Sapi (<i>Bos Sondaicus</i>) sebagai Bahan <i> Bone Filler </i> Komposit Kolagen – Hidroksiapatit	58
Sabrina Ifahdini S Adri Supardi Franky Chandra S.A.	Perancangan Aplikasi Audiometer Nada Murni Dan Tutar untuk Diagnosis Pendengaran	70
Thieara Ramadanika Delima Ayu S Retna Apsari	Rancang Bangun <i> Heart Rate Monitoring- Device </i> (HRMD) Sebagai Pemantau Bradikardi Dan Takikardi Berbasis Mikrokontroller	88
Wida Dinar Tri Meylani Djoni Izak R Siswanto	Sintesis Dan Karakterisasi Hidroksiapatit Makropori Untuk Aplikasi <i> Bone Filler </i>	98

Studi Infiltrasi Tubulus Dentin Berbasis Hidroksiapatit yang Berpotensi untuk Terapi Dentin Hipersensitif

Aditya Iman Rizqy¹, Aminatun², Prihartini Widiyanti³

^{1,2,3} Program Studi Teknobiomedik, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga

E-mail : adityaimanrizqy@yahoo.com

Abstract

Dentin hypersensitivity is pain that lasts shortly and sharp due to stimuli to an open dentin which is caused by gingival recession. When the open dentin is exposed to a stimuli from outside, fluid in the dentinal tubules experiences in and out mechanical movements which may trigger the pain. This study aimed to infiltrate the dentin tubules so that the open dentin tubules could be sealed back. Hydroxyapatite (HA) was chosen as the infiltration base material since it is the largest component (70%) of dentin and also biocompatible. Calcium phosphate precipitation method was used in this study. Variations of HA concentration (0.133 M: 0.113 M: 0.093 M: 0.073 M: 0.053 M) were conducted to observe the effect of HA addition to the microstructure and the biocompatibility of the obtained precipitate. The SEM test result showed that the addition of HA concentration resulted in denser and thicker precipitate, of which the concentration of 0.133 M yielded the best precipitate. ANOVA test on the results of MTT assay showed that increasing the HA concentration of the solution showed no significant difference in the number of cells with the condition that the percentage of the living cells is still below the toxicity threshold. Based on the SEM result, hydroxyapatite has the potential as a material for dentine hypersensitivity therapy, yet an optimization to the solutions' concentrations would be necessary to obtain biocompatible solutions.

Keywords: hydroxyapatite, dentin hypersensitivity, dentin tubules, infiltration, precipitation, calcium phosphate.

Abstrak

Hipersensitivitas dentin adalah rasa sakit yang berlangsung singkat dan tajam akibat rangsangan terhadap dentin yang terbuka karena gusi yang menurun. Ketika dentin yang terbuka terpapar rangsangan dari luar, cairan dalam tubulus dentin mengalami pergerakan mekanis ke dalam dan ke luar yang memicu timbulnya rasa nyeri. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan infiltrasi tubulus dentin sehingga tubulus dentin yang terbuka dapat tertutup kembali. Hidroksiapatit (HA) dipilih menjadi bahan dasar infiltrasi karena merupakan komponen terbesar (70%) penyusun dentin gigi serta sifatnya yang biokompatibel. Metode presipitasi kalsium fosfat digunakan dalam penelitian ini. Dilakukan variasi konsentrasi HA (0,133 M ; 0,113 M ; 0,093 M ; 0,073 M ; 0,053 M) untuk diamati perbedaan struktur mikro dan biokompatibilitas tumpatan yang terbentuk. Hasil Uji SEM menunjukkan bahwa seiring penambahan konsentrasi HA, presipitat yang dihasilkan semakin padat dan tebal, dimana konsentrasi 0,133 M menghasilkan tumpatan terbaik. Uji ANOVA pada hasil *MTT Assay* menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi HA pada larutan tidak menunjukkan perbedaan yang bermakna pada jumlah sel hidupnya dengan kondisi masih dibawah batas ambang toksisitas. Berdasarkan hasil SEM, hidroksiapatit berpotensi sebagai bahan terapi dentin hipersensitif, namun perlu dilakukan optimasi konsentrasi larutan untuk memperoleh larutan yang biokompatibel.

Kata kunci : hidroksiapatit, hipersensitivitas dentin, infiltrasi tubulus dentin, presipitasi, kalsium fosfat.

PENDAHULUAN

Salah satu masalah gigi sehubungan dengan rasa sakit yang banyak terjadi dan sulit diatasi oleh dokter gigi adalah dentin hipersensitif (Orchardson *et al.*, 2006) atau yang lebih dikenal oleh masyarakat luas dengan istilah gigi sensitif saja. Pada tahun 2007, sekitar 30 % penduduk dunia mengalami hipersensitivitas dentin (Carini dkk., 2007) dengan tidak menutup kemungkinan terjadinya peningkatan prevalensi hingga saat ini.

Hipersensitivitas dentin didefinisikan sebagai rasa sakit yang berlangsung singkat dan tajam akibat adanya rangsangan terhadap dentin yang terbuka (terpapar lingkungan oral) (Kielbassa *et al.*, 2002). Walaupun rasa sakit yang timbul hanya berlangsung singkat, namun hal ini dapat mengakibatkan proses makan menjadi sulit (Aldo *et al.*, 2002). Rasa sakit tersebut akan mempengaruhi kenyamanan dan kesehatan rongga mulut dan bila tidak diatasi akan menimbulkan defisiensi nutrisi pada penderitanya (Camila dkk., 2006).

Salah satu cara perawatan dentin hipersensitif adalah dengan menutup tubulus dentin (saluran penghubung permukaan dentin dengan saraf pada pangkal dentin) untuk mencegah rangsangan dari luar memicu rasa nyeri (Chu *et al.*, 2010). *Calcium oxalate*, contohnya, telah direkomendasikan sebagai perawatan efektif untuk dentin hipersensitif berdasarkan presipitasi (penggumpalan) *calcium oxalate* dalam tubulus dentin. Perawatan ini secara efektif menghilangkan hipersensitivitas pada tahap awal, namun ternyata hanya bertahan sebentar saja dikarenakan larut/terkikisnya *calcium oxalate* itu sendiri (Kerns *et al.*, 1991).

Fazrina (2011) telah melakukan penelitian infiltrasi tubulus dentin dengan pasta desensitasi pro-Argin yang mengandung arginin, asam amino, dan kalsium karbonat sebagai sumber kalsium dalam pasta ini, dan diperoleh kedalaman tumpatan sedalam 2 μm saja. Tumpatan yang hanya 2 μm ini rentan terkikis oleh berbagai gerakan mekanis cairan dalam mulut seperti halnya kocokan air ketika berkumur, sehingga banyak dokter gigi menghimbau pada pasien untuk tidak berkumur terlalu lama setelah penyikatan gigi dengan pasta desensitasi.

Penelitian oleh Bedi (2011) juga mendukung fenomena ini, dimana percobaannya yang menggunakan bahan *potassium nitrate* juga menunjukkan pengikisan total pada tumpatan setelah pembilasan langsung dengan aquades. Saat ini, telah ada pasta desensitasi komersial yang mengandung kristal hidroksiapatit, namun bagaimanapun penggunaan tumpatan dari pasta desensitasi masih memberikan kekhawatiran akan

hilangnya tumpatan setelah berkumur sehingga tumpatan dari pasta desensitasi tidak bisa bertahan terlalu lama dalam dentin.

Ishikawa *et al.* (1995) melakukan antisipasi terhadap kasus serupa sebelumnya dengan menginfiltrasi (menutup) tubulus dentin dengan metode presipitasi (penggumpalan) kalsium fosfat dalam tubulus dentin yang menghasilkan tumpatan (presipitat) sedalam $\pm 10-15 \mu\text{m}$ sehingga semua kekhawatiran di atas dikatakan dapat teratasi.

Berdasarkan konsep di atas, perlu dilakukan upaya infiltrasi tubulus dentin dengan kalsium fosfat seperti yang dilakukan Ishikawa *et al.* (1995). Kalsium fosfat berjenis hidroksiapatit (HA) dipilih karena hidroksiapatit merupakan komponen terbesar dari dentin (70 %) (Ismiawati, 2009) dan memiliki sifat biokompatibel, yakni tidak menimbulkan reaksi inflamasi atau efek kerusakan hingga kematian sel jaringan sekitar (Dainti, 2010). Presipitat HA yang dihasilkan akan dibandingkan dengan tumpatan yang dihasilkan dari pasta desensitasi HA komersial terhadap pengaruh pengocokan dengan aquades (simulasi proses kumur) untuk melihat perbedaan struktur mikro yang terjadi.

Upaya infiltrasi tubulus dentin berbasis hidroksiapatit dalam penelitian ini diprediksikan akan menghasilkan tumpatan yang cukup dalam (lebih dari kedalaman yang dihasilkan dari pasta desensitasi komersial) dan bisa menjawab kebutuhan akan tumpatan yang lebih tahan pengaruh kumur yang berakibat pada kembalinya rasa nyeri tajam karena hilangnya tumpatan.

BAHAN DAN METODE

1. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain bubuk hidroksiapatit ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$), aquades, H_3PO_4 2 M, NaOH 1 M ; 1,5 M ; 2 M ; 2,5 M dan 3 M, HCl 0,6 M, serta 7 buah gigi molar manusia berusia 16-35 tahun (kondisi sehat/normal) yang diperoleh dari Unit Bedah Mulut FKG Universitas Airlangga.

2. Metode

Metode dalam penelitian ini adalah presipitasi kalsium fosfat yang digunakan Ishikawa *et al.* (1994) untuk menginfiltrasi tubulus dentin dengan bahan kalsium fosfat. Ada 2 macam larutan yang digunakan dalam metode ini, yakni larutan HA dan NaOH sebagai netralisator. Larutan HA disiapkan dengan melarutkan bubuk hidroksiapatit dalam larutan H_3PO_4 2 M. Setelah larutan HA diaplikasikan pada sampel, larutan NaOH diaplikasikan pada sampel yang sama. Larutan HA yang bersifat asam akan mengalami

kenaikan nilai pH setelah bercampur dengan larutan NaOH yang bersifat basa. Campuran kedua larutan akan menghasilkan larutan dengan suasana netral sehingga hidroksiapatit yang sebelumnya terlarut dalam H_3PO_4 akan terpresipitasi kembali membentuk gumpalan yang dapat menyumbat saluran tubulus dentin pada sampel.

Perolehan nilai konsentrasi larutan HA jenuh yang dijadikan angka patokan variasi dilakukan dengan menghitung jumlah bubuk HA maksimal yang dapat larut dalam H_3PO_4 2 M. Eksperimen dilakukan dengan membuat larutan HA keruh terlebih dahulu. Untuk memperoleh HA yang tak larut, digunakan alat *centrifuge* (*Beckman tipe TJ-R Refrigeration Unit*) dengan memisahkan bubuk HA tak larut (endapan) dari larutan jenuhnya (supernatan). Pemusingan dengan *centrifuge* dilakukan terhadap larutan HA awal yang masih keruh selama 15 menit dengan kecepatan 2200 rpm sampai diperoleh endapan pada dasar tabung *centrifuge*. Endapan yang diperoleh dicuci berulang kali dengan aquades hingga kondisi netral kemudian dipisahkan dari aquades yang tersisa. Endapan lembab dikeringkan menggunakan oven pada suhu $100^\circ C$ selama 1 jam untuk menguapkan semua aquades yang masih tercampur. Jumlah endapan HA ini digunakan untuk menentukan jumlah HA maksimal yang larut.

Tabung Durham sebanyak 5 buah disiapkan untuk mensimulasikan presipitasi yang terjadi pada 5 variasi larutan HA yang ditentukan. Larutan HA ditetaskan pada kelima tabung masing-masing 1 tetes sesuai urutan variasinya. Kemudian NaOH 1 M ditetaskan masing-masing juga 1 tetes pada kelima tabung yang sebelumnya sudah berisi larutan HA untuk menetralkan larutan. Kondisi presipitat yang terbentuk diamati satu per satu selama 6 jam.

3. Karakterisasi

Beberapa uji dilakukan, antara lain uji karakterisasi SEM, uji sitotoksitas MTT Assay dan uji ANOVA satu arah. Hasil dari masing-masing uji kemudian dianalisis

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Penentuan variasi konsentrasi HA

Hasil eksperimen menunjukkan bahwa nilai konsentrasi larutan HA jenuh yakni sebesar 0,133 M. Eksperimen ini dilakukan hanya dengan sekali percobaan, sehingga peneliti menyatakan bahwa konsentrasi larutan HA sebesar 0,133 M ini menggambarkan kondisi larutan yang mendekati tepat jenuh. Angka 0,133 M inilah yang kemudian menjadi patokan dalam penentuan angka konsentrasi yang lain, sehingga diperoleh

deretan variasi konsentrasi 0,133 M ; 0,113 M ; 0,093 M ; 0,073 M dan 0,053 M untuk 5 larutan HA yang digunakan dalam penelitian ini.

2. Simulasi presipitasi dengan tabung Durham

Simulasi ini dilakukan untuk sedikit memberikan gambaran proses presipitasi yang terjadi di dalam tubulus dentin secara kasat mata sebelum diaplikasikan langsung pada sampel dentin serta untuk memastikan keberhasilan proses karakterisasi SEM. Hasil simulasi ini ditunjukkan oleh Tabel 1.

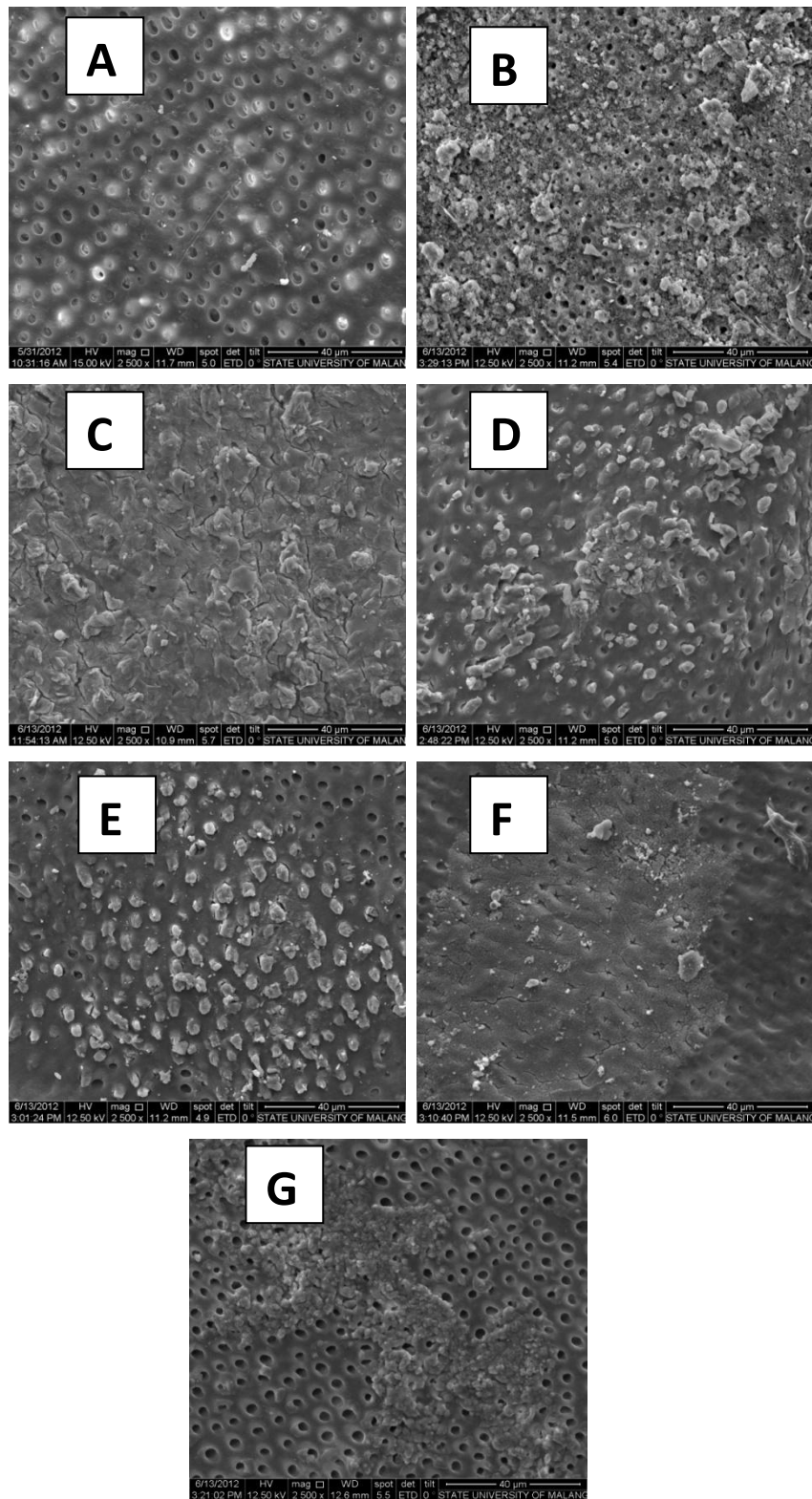
Tabel. 1. Kondisi presipitat dalam tabung Durham

PRESIPITASI 1:2	NaOH 1 M					NaOH 1,5 M					NaOH 2 M					NaOH 2,5 M					NaOH 3 M				
	0,133	0,113	0,093	0,073	0,053	0,133	0,113	0,093	0,073	0,053	0,133	0,113	0,093	0,073	0,053	0,133	0,113	0,093	0,073	0,053	0,133	0,113	0,093	0,073	0,053
JAM KE-1	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U
JAM KE-2	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U
JAM KE-3	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U
JAM KE-4	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U
JAM KE-5	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U
JAM KE-6	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U

Berdasarkan Tabel 1, NaOH 3 M pada akhirnya dipilih untuk digunakan sebagai netralisator dalam penelitian ini karena menghasilkan presipitat yang mampu bertahan (kuat) dan tidak rontok kembali ke dasar tabung hingga jam ke-6 bahkan pada seluruh variasi larutan HA.

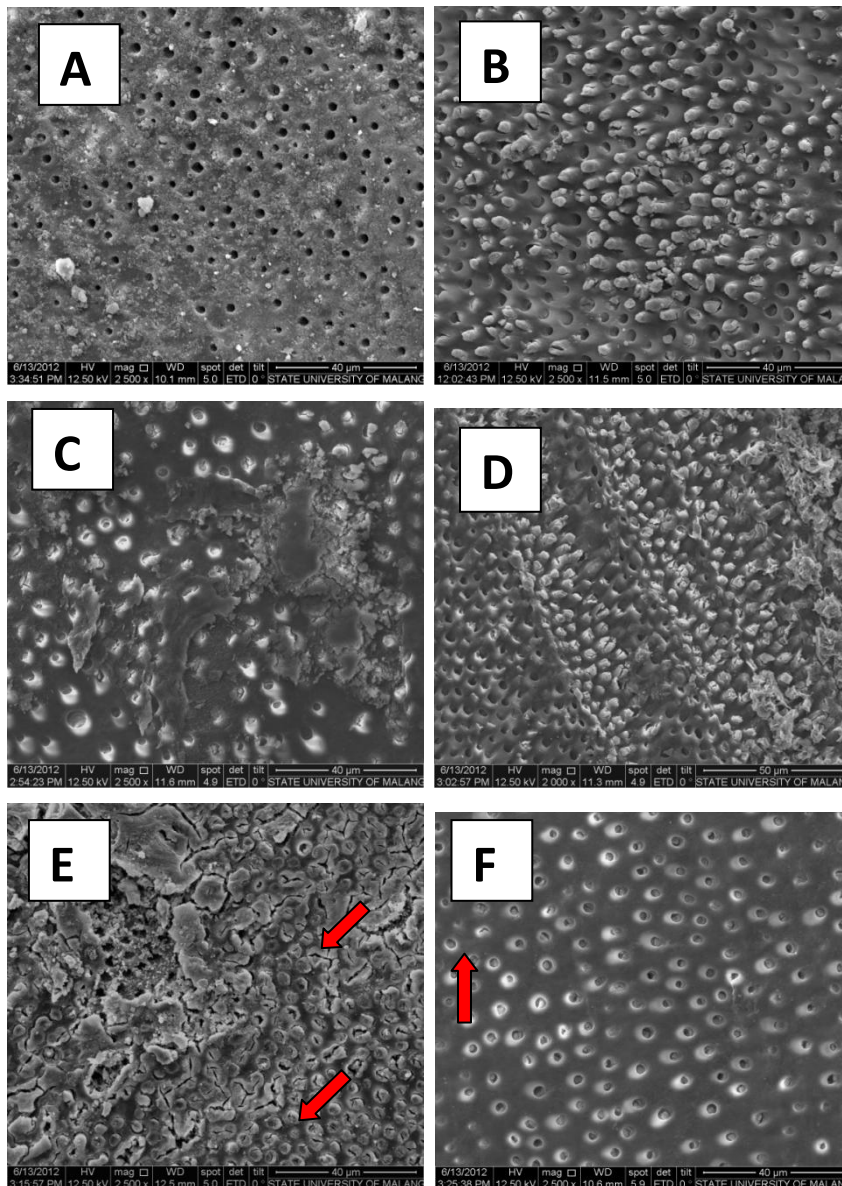
3. Hasil SEM

Karakterisasi SEM terhadap tumpatan juga dilakukan untuk menunjukkan bahwa HA dapat digunakan untuk menginfiltrasi tubulus dentin, serta memberikan gambaran pengaruh penambahan konsentrasi HA dalam metode presipitasi kalsium fosfat terhadap mikrostruktur tumpatan yang dihasilkan. Struktur mikro dari presipitat (tumpatan) sebelum dan sesudah pengocokan dengan aquades dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Dentin sebelum perlakuan (A) ; tumpatan pasta HAP komersial (B) ; dan tumpatan HAP 0,133 M (C) ; 0,113 M (D) ; 0,093 M (E) ; 0,073 M (F) dan 0,053 M (G) (Magnifikasi 2500X untuk semua sampel)

Gambar 1 menunjukkan bahwa larutan HA dengan konsentrasi 0,133 M (C) menghasilkan tumpatan yang paling padat (kompak) dan menutup seluruh permukaan dentin secara merata dibandingkan dengan keempat konsentrasi lainnya (D-G). Pasta HA komersial (B) pun terlihat tidak menutup permukaan dentin secara merata dan masih menyisakan tubulus dentin yang terbuka.



Gambar 2. Tumpatan HA setelah pengocokan dengan aquades : pasta HA komersial (A) ; 0,133M (B) ; 0,113M (C) ; 0,093M (D) ; 0,073M (E) dan 0,053M (F) (Magnifikasi 2500X)

Gambar 2 menunjukkan bahwa bahkan setelah pengocokan dengan aquades, tumpatan dengan konsentrasi HA 0,133 M (B) masih meninggalkan tumpatan hingga ke dalam tubulus dentin, tidak hanya di permukaan saja seperti yang dihasilkan dari larutan HA konsentrasi 0,073 M (E) yang berupa lapisan presipitat tipis sehingga banyak bagian yang retak akibat pengocokan. Pada bagian bawah lapisan yang hilang pun (tanda panah), tidak terlihat presipitat yang masih mengisi bagian dalam tubulus dentin. Sedangkan tumpatan yang dihasilkan pasta HA komersial menunjukkan tubulus dentin yang makin terbuka lebar setelah pengocokan dengan aquades (A). Hal ini relevan dengan pernyataan Strassler (2008) bahwa efektivitas penggunaan pasta desensitasi memang baru bisa ditunjukkan setelah penggunaan rutin selama ± 2 minggu.

3. Hasil Uji MTT Assay

Hasil uji *MTT Assay* menunjukkan bahwa larutan HA 0,093 M ; 0,113 M dan 0,133 M secara berurutan menyisakan sel hidup sebanyak 34,49 % ; 34,75 % dan 36,48 %. Sebelum dilakukan uji untuk menganalisis hasil OD *formazan* antar kelompok konsentrasi, pengujian distribusi dan homogenitas sampel dilakukan terlebih dahulu. Uji normalitas dengan *Kolmogorov-Smirnov Test* menunjukkan $p = 0,997$ yang berarti bahwa semua kelompok konsentrasi memiliki distribusi normal ($p > 0,05$). Uji homogenitas dengan *Levene Statistic* menunjukkan $p = 0,604$ yang berarti bahwa semua kelompok konsentrasi memiliki varians yang homogen ($p > 0,05$). Setelah diketahui semua kelompok konsentrasi berdistribusi normal dan homogen, dilakukan uji parametrik *ANOVA* satu arah dengan taraf kemaknaan 5% untuk mengetahui perbedaan nilai OD *formazan* antar kelompok konsentrasi. Probabilitas yang diperoleh adalah sebesar 0,456 ($p > 0,05$) yang menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan jumlah sel hidup yang bermakna antar kelompok konsentrasi yang diuji.

Berdasarkan prosentase sel yang hidup, baik larutan HA 0,093 M ; 0,113 M maupun 0,133 M, semuanya masih bersifat toksik dikarenakan menyisakan sel hidup kurang dari 60 %. Hal ini diduga karena sifat asam larutan HA 0,093 M ; 0,113 M dan 0,133 M yang masih terlalu kuat dengan nilai pH masing-masing 1,40 ; 1,43 dan 1,49 (hasil pengukuran dengan pH meter).

KESIMPULAN

1. Karakterisasi SEM (*Scanning Electron Microscopy*) menunjukkan bahwa HA dapat digunakan untuk infiltrasi tubulus dentin.
2. Penambahan konsentrasi HA pada larutan, menghasilkan presipitat yang lebih padat dan tebal, dimana konsentrasi 0,133 M menghasilkan tumpatan terbaik.
3. Peningkatan konsentrasi HA pada larutan tidak menunjukkan perbedaan yang bermakna pada jumlah sel hidupnya dengan kondisi masih dibawah batas ambang toksisitas.

SARAN

1. Semua larutan HA maupun NaOH dari metode yang digunakan dalam penelitian ini masih bersifat toksik, karena itu perlu dilakukan optimasi lebih lanjut pada H₃PO₄ (pelarut hidroksiapatit) menggunakan pH yang lebih tinggi (konsentrasi di bawah 2 M), serta NaOH dengan pH yang lebih rendah (konsentrasi di bawah 3 M) hingga diperoleh larutan HA dan NaOH yang aman/non-toksik.
2. Uji in vivo perlu dilakukan setelah diperoleh larutan HA dan NaOH yang aman/non-toksik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Ibu Aminatun, Ibu Prihartini Widiyanti, Ibu Retna Apsari dan semua pihak yang telah membantu terselesaikannya *fullpaper* ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Addy, M., 2002. *Dentine hypersensitivity: new perspectives on an old problem*. Int Dent J
- Aldo, B., 2002. Jr. *Laser therapy in the treatment of Dental hypersensitivity*. <http://www.walt.nu>
- Bedi, G., 2011. *Clinical and Scanning Electron Microscopic Evaluation of Various Concentrations of Potassium Nitrate as a Desensitizing Agent*. Volume 6, Smile Dental Journal
- Camila, 2006. *Efficacy of Gluma Desensitizer® on dentin hypersensitivity in periodontally treated patients*. Braz Oral Res 2006
- Carini, F., 2007. *Effects of a ferric oxalate dentin desensitizer: SEM analysis*. Research Journal of Biological Sciences
- Chu, C., 2010. *Management of dentine hypersensitivity*. Dental Bulletin Maret

- Dainti, E.A., 2010. *Pengaruh Penambahan Hydroxyapatite Terhadap Karakteristik Amalgam High Copper Tipe Blended Alloy*. Skripsi Program Sarjana. Surabaya : UNAIR.
- Fazrina, N., 2011. *Perawatan Non-Invasif Hipersensitivitas Dentin dengan Pro-Argin*. Skripsi Program Sarjana. Medan : USU.
- Imai, Y., 1990. *A New Method of Treatment for Dentin Hypersensitivity by Precipitation of Calcium Phosphate in situ*. Japan : Tokyo Medical and Dental University.
- Ishikawa, K., 1994. *Occlusion of Dentinal Tubules with Calcium Phosphate Solution Followed by Neutralization*. Japan : Tokushima University.
- Ismiawati, I.D., 2009. *Analisis Sifat Mekanik dan Struktur Kristal Hidroksiapatit pada Enamel Gigi Akibat Paparan Laser Nd-YAG*. Skripsi Program Sarjana. Surabaya : UNAIR.
- Kerns, D.G., 1991. *Dentinal Tubule Occlusion and Root Hypersensitivity*. Journal Periodontal.
- Kielbassa, A.M., 2002. *Dentine hypersensitivity: Simple steps for everyday diagnosis and management*. International Dental Journal
- Muchtaridi, 2006. *Kimia 2*. Indonesia : Yudhistira.
- Orchardson, R., 2006. *Managing dentin hypersensitivity*. J Am Dent Assoc
- Strassler, H. dan Serio, F., 2008. *Dentinal Hypersensitivity : Etiology, Diagnosis, and Management*. USA : The Academy of Dental Therapeutics and Stomatology.