

Efek Pasta Nanopartikel Kulit Pisang Barangan (*Musa Paradisiaca Colla*) Terhadap Permukaan Enamel Gigi Menggunakan *Scanning Electron Microscopy*

The Effect of Barangan Banana (*Musa Paradisiaca Colla*) Peel Nanoparticle Paste on The Surface of Tooth Enamel Using Scanning Electron Microscopy

Arfita Sipahutar¹, Sondang Pintaui², Aminah Dalimunthe³

¹Magister Ilmu Kedokteran Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Sumatera Utara

²Departemen Ilmu Kesehatan Gigi Masyarakat/Pencegahan, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Sumatera Utara

³Departemen Farmakologi, Fakultas Farmasi, Universitas Sumatera Utara

Correspondence email to: sondangp@yahoo.com

Received: 18 July 2024; Revised: 10 Nov 2024; Accepted: 21 Nov 2024; Published: 28 Nov 2024

ABSTRAK

Karies gigi terjadi karena ketidakseimbangan antara demineralisasi dan remineralisasi gigi yang berlangsung terus-menerus. Pisang barangan (*Musa paradisiaca Colla*) bermanfaat dalam mencegah karies gigi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efek pemberian pasta nanopartikel kulit pisang barangan dengan konsentrasi 1, 2, dan 3% terhadap permukaan enamel gigi. Penelitian ini merupakan pra-eksperimen dengan desain pre dan post-test *control group*. Sampel yang digunakan adalah 25 gigi premolar yang dibagi 5 kelompok. Kelompok 1 diberi aplikasi pasta kosong (kontrol negatif), Kelompok 2 diberi aplikasi pasta CPP-ACP (kontrol positif), Kelompok 3 diberi aplikasi pasta nano kulit pisang barangan 1%, Kelompok 4 diberi aplikasi pasta nano kulit pisang barangan 2%, dan Kelompok 5 diberi aplikasi pasta nano kulit pisang barangan 3%. Hasil analisis SEM menunjukkan adanya penutupan porositas dan permukaan enamel yang lebih halus pada kelompok perlakuan 2-5, sedangkan pada kelompok 1 tidak menunjukkan perubahan. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa pasta nanopartikel kulit pisang barangan yang diaplikasikan pada permukaan enamel gigi selama tujuh hari dapat mengurangi porositas pada permukaan enamel gigi.

Kata kunci: Karies gigi, Remineralisasi, Pasta nanopartikel, Kulit pisang barangan

ABSTRACT

Dental caries occurs when there is an imbalance between demineralization and remineralization processes in teeth, which continues persistently. Barangan bananas (*Musa paradisiaca Colla*) have been shown to be beneficial in preventing dental caries. This study aimed to analyze the effect of applying nanoparticle paste made from barangan banana peel on the enamel surface of the teeth at concentrations of 1%, 2%, and 3%. This was a pre-experimental study with a pre-and post-test control group design. The samples used were 25 premolar teeth, divided into 5 groups. Group 1 was treated with a blank paste (negative control), Group 2 with CPP-ACP paste (positive control), Group 3 with 1% barangan banana peel nanoparticle paste, Group 4 with 2% barangan banana peel nanoparticle paste, and Group 5 with 3% barangan banana peel nanoparticle paste. SEM photo analysis showed porosity closure and smoother enamel surfaces in treatment groups (2-5), while no changes were observed in group 1. Based on the results can be concluded that application of the banana peel nanoparticle paste on the enamel surface for seven days can reduce enamel surface porosity.

Keywords: Dental caries, Remineralization, Nanoparticle paste, Barangan banana peel

PENDAHULUAN

Karies gigi merupakan penyakit kronis yang umum terjadi baik pada anak-anak maupun orang dewasa di seluruh dunia, termasuk di Indonesia. Hal ini membuat karies gigi tetap menjadi masalah utama dalam bidang kedokteran gigi. Karies gigi disebabkan oleh biofilm, pola makan, multifaktorial, sehingga terjadi kehilangan mineral pada jaringan keras gigi.¹ Karies gigi adalah proses patologis dimana jaringan gigi mengalami kerusakan akibat asam organik yang dihasilkan oleh bakteri dalam plak gigi. Asam organik tersebut berdifusi ke seluruh pori-pori pada email dan dentin, kemudian memicu terjadinya disolusi mineral atau demineralisasi. Karies terjadi ketika tidak ada keseimbangan antara demineralisasi dan remineralisasi.² Proses demineralisasi terjadi ketika komponen mineral pada gigi larut, menyebabkan terbukanya tubulus dentin karena enamel gigi larut akibat asam dengan pH di bawah 5,5. Konsentrasi asam ini lebih tinggi di permukaan enamel. Mekanisme demineralisasi disebabkan oleh asam dari bakteri pada plak gigi yang merusak struktur mineral gigi, terutama kalsium dan fosfat.³

Demineralisasi dapat dicegah dengan mengembalikan komponen mineral gigi melalui proses yang dikenal dengan remineralisasi. Agen remineralisasi termasuk fluorida, *casein* *Posfopeptida-amorphous calcium phosphate* (CPP-ACP), dan *beta-tricalcium phosphate* (β -TCP) terbukti dapat mencegah karies.⁴ Penelitian yang dilakukan Busman et.al pada tahun 2014 menunjukkan bahwa bahan CPP-ACP dapat meningkatkan remineralisasi gigi. Semakin lama pengaplikasian bahan yang mengandung CPP-ACP dapat menaikkan berat gigi.⁵ Penelitian Patil et.al tahun 2013 menunjukkan bahwa ketiga bahan remineralisasi yaitu CPP-ACP, TCP-F dan CPP-ACPF efektif mengalami remineralisasi yang dilakukan selama 7 hari dilihat dari skor DIAGNOdent dan evaluasi *Scanning Electron Microscope* (SEM).⁶

Enamel adalah lapisan terluar gigi yang merupakan jaringan keras dalam tubuh manusia, dengan kandungan mineral yang tinggi dan mengalami proses mineralisasi. Enamel terbentuk dari kristal-kristal mineral seperti kalsium fosfat, natrium, dan potasium nitrat. Mineral enamel dapat larut dan kekerasan permukaan gigi berkurang ketika

enamel terpapar dengan asam, baik sebagian maupun keseluruhan. Kelarutan enamel dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti tingkat keasaman (pH), konsentrasi asam, waktu kontak dengan asam, dan keberadaan ion tertentu, seperti kalsium dan fosfat. Permukaan gigi selalu berinteraksi dengan lingkungan dinamis di dalam rongga mulut, hal tersebut yang menyebabkan terjadinya proses mineralisasi pada enamel gigi. Kualitas gigi bergantung pada kadar mineral seperti kalsium, fosfor, magnesium, dan fluor yang terdapat pada enamel dan dentin.⁷

Komposisi enamel gigi terdiri atas bahan-bahan anorganik sebesar 96%. Secara rinci, bahan-bahan ini terutama kalsium (Ca), fosfat (PO_4), karbonat (CO_2), natrium (Na), magnesium (Mg), klorida (Cl), dan kalium (K), sedangkan bahan-bahan seperti fluor (F), besi (Fe), mangan (Mn), seng (Zn), perak (Ag) terdapat dalam jumlah yang lebih sedikit. Selain itu, enamel juga mengandung senyawa organik sebesar 1% dan air sebesar 3%.⁸ Mineral memiliki peran penting dalam membentuk struktur dasar tulang dan gigi. Kalsium dan fosfor bergabung membentuk kristal hidroksiapatit [$\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{OH}_2$], yang berperan dalam memberikan kekerasan pada gigi. Kalsium adalah mineral yang sangat esensial dan dibutuhkan dalam jumlah besar oleh tubuh. Sebagian besar, sekitar 99%, kalsium terdapat di dalam jaringan keras seperti tulang dan gigi, sementara 1% sisanya terdapat dalam darah dan jaringan lunak. Selain perannya yang utama dalam pembentukan dan pemeliharaan tulang dan gigi, kalsium juga memiliki peran penting dalam aktivitas enzim tubuh.⁷ Berbagai penelitian telah menunjukkan bahwa penggunaan produk herbal memiliki potensi sebagai pengobatan yang menjanjikan dalam bidang kedokteran gigi. Herbal diketahui memiliki sifat-sifat yang mendukung kesehatan mulut, termasuk kemampuan untuk meremineralkan gigi dan sebagai agen anti-karies.⁹

Pisang mempunyai manfaat dalam aktivitas farmakologi seperti anti alergi, penyembuhan luka, antibakteri, antioksidan, dan mencegah terjadinya karies gigi.¹⁰ Penelitian Asterina et.al tahun 2019 membuktikan bahwa buah pisang mengandung senyawa antibakteri yaitu saponin, flavonoid, dan tanin yang dapat mengurangi terjadinya

karies gigi.¹¹ Pisang Barangan merupakan salah satu tanaman pisang yang mempunyai nilai komersil tinggi dan berpotensi untuk dikembangkan. Kulit pisang belum dimanfaatkan secara optimal.^{12,13} Hasil pra-penelitian Yudhit¹⁰ menyatakan bahwa aplikasi pasta ekstrak kulit pisang Barangan 1% selama 1, 2, dan 3 menit dan pasta bubuk kulit pisang barangan 2% selama 2, 4, dan 6 menit dapat meningkatkan kekerasan permukaan dentin seiring lama aplikasi.

Kebaruan dari penelitian ini memanfaatkan kulit pisang barangan (*Musa paradisiaca* Colla) yang diolah dalam bentuk nanopartikel untuk meningkatkan efektivitasnya. Penelitian sebelumnya hanya menggunakan pasta biasa. Nanopartikel adalah partikel kecil yang memiliki ukuran dalam rentang nanometer, yaitu biasanya antara 1 hingga 100 nanometer.¹⁴ Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efek pemberian pasta nanopartikel kulit pisang barangan (*Musa paradisiaca* Colla) dengan konsentrasi 1, 2, dan 3% terhadap enamel gigi menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM).

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan adalah *pre-experiment* dengan desain *pre-posttest control group design*. Dalam penelitian ini sampel yang digunakan adalah 25 gigi premolar yang dibagi lima kelompok sampel. Kelompok 1 merupakan pasta kosong (kontrol negatif), kelompok 2 diberikan pasta CPP-ACP (kelompok kontrol), kelompok 3 pasta bubuk nano kulit pisang barangan 1%, kelompok 4 pasta bubuk nano kulit pisang barangan 2 %, dan kelompok 5 pasta bubuk nano kulit pisang barangan 3%. Penelitian eksperimental laboratorium ini telah lolos Uji Kelayakan Etik di Komite Etik Fakultas Kedokteran Universitas Sumatera Utara, dengan No: 567/KEPK/USU/2024.

Beberapa alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu lemari pengering, *chopper*, ayakan 200 mesh, mortar, *separating disk*, *beaker glass* (PYREX), timbangan, *ball mill* (Retsch Emax), *Scanning Electron Microscopy* (SEM) (TM3000), inkubator (PRIO), sedangkan bahannya kulit pisang barangan, CPP-ACP (GC Tooth Mousse, Japan) *aquadest*, Na-CMC, nipagin, gliserin, propilen glikol, *brush*, pH meter, $\text{CaCl}_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}$, KH_2PO_4 , asetat, dan saliva buatan (pH 6,8).

Pembuatan Bubuk Kulit Pisang

Pembuatan bubuk kulit pisang dilakukan dengan memisahkan pisang dari kulit dan isinya (daging). Kulit pisang dibersihkan dengan air mengalir, ditiriskan, dan dikeringkan. Kemudian kulit pisang dipotong kecil-kecil dan dimasukkan ke dalam lemari pengering dengan suhu 57°C selama 5 hari untuk proses pengeringan. Kulit pisang yang kering dikeluarkan dari lemari pengering dan dihaluskan menggunakan *chopper* hingga menjadi bubuk. Bubuk kulit pisang kemudian diayak menggunakan ayakan 200 mesh hingga diperoleh bubuk kulit pisang dengan ukuran yang homogen. Pembuatan bubuk nanopartikel dilakukan dengan menggunakan mesin *ball mill*.¹⁵ Serbuk kulit pisang dimasukkan ke dalam mesin *ball mill* dengan bola baja ukuran 4 mm dan kecepatan 800 rpm selama 1 jam, kemudian serbuk dikeluarkan. Serbuk tersebut dihaluskan kembali menggunakan mesin *ball mill* dengan bola baja ukuran 4 mm dan kecepatan 350 rpm selama 12 jam. Serbuk kulit pisang yang telah dihaluskan melalui proses *ball milling* dilakukan uji *Particle Size Analyzer* (PSA) untuk mengetahui ukuran partikel serbuk. Kemudian bubuk dilakukan pengujian standardisasi nanopartikel; pengujian komposisi mineral dan metabolit sekunder bubuk kulit pisang barangan.

Pembuatan pasta nano kulit pisang barangan 1, 2, dan 3% dilakukan dengan Akuades sebanyak 30 ml dipanaskan di atas *hot plate* hingga mencapai suhu 100°C dan mendidih. Sebanyak 5gram Na-CMC disebarkan di dalam mortar yang berisi akuades mendidih hingga mengembang. Kemudian sebanyak 0,5gram nipagin dan bubuk nanopartikel kulit pisang barangan dimasukkan ke dalam mortar dan diaduk sampai rata. Sebanyak 10 ml gliserin dan 5 ml propilen glikol ditambahkan dan diaduk. Adonan diaduk hingga menjadi pasta. Pasta dibiarkan sampai suhunya normal, kemudian dilakukan uji pH menggunakan pH meter.^{16,17}

Hasil pengukuran PSA diperoleh bubuk kulit pisang barangan dengan ukuran 0.241 μm atau ± 241 nm. Sampel gigi yang telah dicabut dibersihkan dari kalkulus dan kotoran lainnya kemudian dimasukkan ke dalam wadah plastik berisi salin sampai digunakan.

Sampel direndam dalam larutan demineralisasi (2,2 mM $\text{CaCl}_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 2,2 mM KH_2PO_4 , dan 50 mM asetat dengan pH 4,6)

selama 96 jam (4 hari) dan ditempatkan dalam inkubator pada suhu 37°C untuk menghasilkan lesi karies secara artifisial.¹⁸ Mahkota gigi dipisahkan dari akar secara horizontal dengan batas *Cemento-Enamel Junction* (CEJ). Mahkota dipotong secara vertikal ke arah mesiodistal menggunakan *separating disc*. Gigi bagian lingual dievaluasi dengan SEM, sedangkan gigi bagian bukal dioleskan pasta.

Kelompok kontrol dan perlakuan dioleskan pasta pada permukaan enamel sampel dan dibiarkan selama 4 menit. Gigi direndam dalam 10 ml air liur buatan (pH 6,8) ditempatkan dalam inkubator bersuhu 37°C, dan dibiarkan hingga perlakuan selanjutnya. Proses ini diulangi setelah 24 jam selama 7 hari. Setelah aplikasi selama 7 hari, gigi dievaluasi menggunakan SEM.

HASIL

Uji kadar air dan abu total dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Kadar Air dan Abu Total

Parameter	Kadar
Kadar air	7,99%
Kadar abu total	24,64%

Tabel 2. Hasil Kandungan Mineral Kulit Pisang Barangan

Formula	Konsentrasi (%)	Compound
K	49,55 %wt	Potassium
Mg	1002 %wt	Magnesium
Ca	6,68 %wt	Calcium
Cl	5,78 %wt	Chlorine
Al	1,90 %wt	Aluminum
P	1,01 %wt	Phosphorus
S	0,41 %wt	Sulfur
Fe	0,51 %wt	Iron
Mn	0,36 %wt	Manganese
Ti	0,08 %wt	Titanium
Sr	0,08 %wt	Strontium
Rb	0,08 %wt	Rubidium
Br	0,08 %wt	Bromine
Rh	0,04 %wt	Rhodium

Hasil Kandungan mineral yang terdapat pada bubuk kulit pisang barangan dapat dilihat pada Tabel 2. Kandungan metabolit sekunder yang terdapat pada bubuk kulit pisang barangan yaitu alkaloid (+), saponin (-), tannin (+), dan flavonoid (+).

Evaluasi dilakukan menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dengan perbesaran 500x dan 2000x untuk mengetahui perubahan morfologi dan struktur permukaan enamel setelah perendaman sampel dengan larutan demineralisasi selama 96 jam dan setelah pengaplikasian pasta kosong, CPP-ACP, pasta nanopartikel kulit pisang barangan 1, 2, dan 3% selama 7 hari. Hasil evaluasi gambaran SEM setelah perendaman menunjukkan permukaan enamel gigi adanya porositas. Setelah pengaplikasian pasta, terlihat gambaran yang sama pada kelompok 1, adanya porositas yang menunjukkan tidak adanya perubahan. Hasil evaluasi SEM kelompok 1 (pasta kosong) tampak pada Gambar 1.

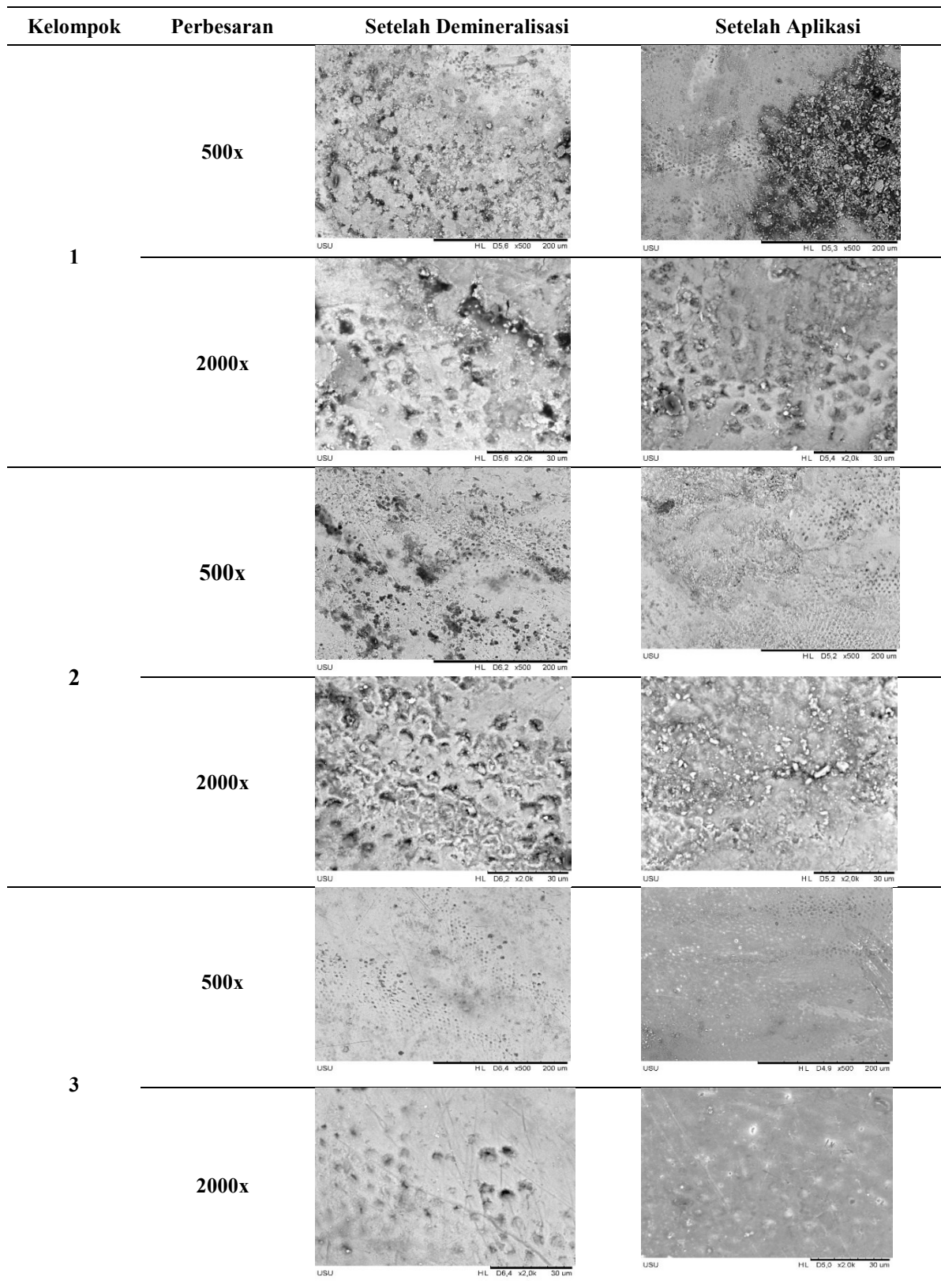
Pada kelompok 2 (pasta CPP-ACP) dan 3 (pasta bubuk nano kulit pisang barangan 1%) terlihat gambaran permukaan yang halus, menunjukkan berkurangnya porositas yang terjadi setelah pengaplikasian CPP-ACP dan pasta nanopartikel kulit pisang barangan 1% (Gambar 1). Sedangkan pada kelompok 4 (pasta bubuk nano kulit pisang barangan 2 %) dan 5 (pasta bubuk nano kulit pisang barangan 3%) setelah pengaplikasian terlihat permukaan enamel gigi yang kasar dan berkurangnya porositas permukaan gigi (Gambar 2).

PEMBAHASAN

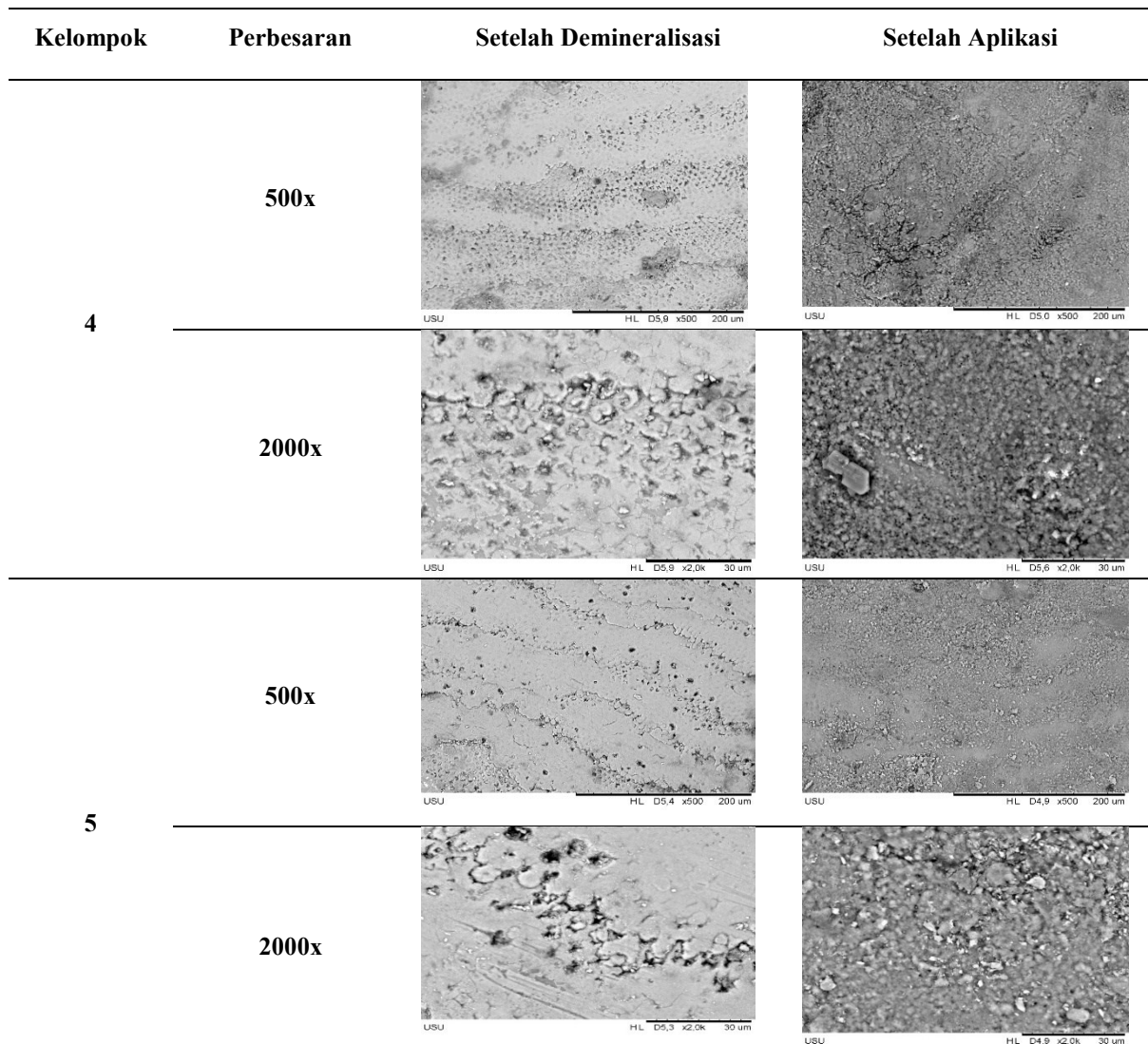
Proses untuk mendapatkan bubuk nano dari kulit pisang barangan dilakukan melalui metode *ball milling* dengan kecepatan 800 rpm selama 1 jam kemudian dilanjutkan dengan 350 rpm selama 12 jam. Hasil uji *particle size analyzer* menunjukkan ukuran bubuk adalah 241 nm. Sejalan dengan pendapat yang dikemukakan Rizvi dan Saleh¹⁹ tahun 2018 yang menyatakan bahwa rentang ukuran nanopartikel yaitu 100-500 nm.¹⁹ Hasil nanopartikel yang diperoleh dari penelitian ini yaitu 241 nm belum sesuai dengan rentang ukuran nanopartikel yang optimal yaitu 1-100 nm. Hal ini kemungkinan disebabkan kulit pisang mengandung serat, termasuk serat larut seperti pektin, serta komponen lain seperti selulosa dan lignin. Pektin adalah salah satu jenis serat larut yang ditemukan dalam kulit pisang dan buah-buahan lainnya. Secara kimia, pektin adalah polisakarida kompleks yang terdiri dari unit-unit gula seperti galakturonat. Pektin memiliki sifat dapat membentuk gel dalam air, sehingga sering digunakan sebagai

bahan pengental alami dalam industri makanan dan farmasi. Dalam kulit pisang, pektin

berperan penting dalam memberikan tekstur dan sifat pengikat.²⁰



Gambar 1. Hasil evaluasi SEM perbesaran 500x dan 2000x setelah demineralisasi dan aplikasi pada kelompok 1 (pasta kosong), 2 (pasta CPP-ACP), dan 3 (pasta bubuk nano kulit pisang barangan 1%)



Gambar 2. Hasil evaluasi SEM setelah demineralisasi dan aplikasi pada kelompok 4 (pasta bubuk nano kulit pisang barangan 2%) dan 5 (pasta bubuk nano kulit pisang barangan 3%)

Berdasarkan hasil penelitian menggunakan SEM, permukaan enamel gigi yang telah diaplikasikan dengan pasta selama 7 hari pada kelompok 1 yang diaplikasikan pasta kosong terlihat masih terdapat porositas yang artinya tidak ada perubahan yang terjadi. Pada Kelompok 2 yang diberi aplikasi pasta CPP-ACP terlihat permukaan yang halus, yang menunjukkan berkurangnya porositas. Hal ini disebabkan oleh CPP-ACP yang mampu menstabilkan ion kalsium, fosfat dalam keadaan *amorf* yang diperlukan pada enamel gigi sehingga dapat remineralisasi gigi serta membantu mencegah karies gigi.⁵ Hasil ini sejalan dengan penelitian Patil et.al tahun 2013 yang menyatakan bahwa remineralisasi permukaan enamel yang mengalami demineralisasi menunjukkan permukaan yang

halus setelah pengaplikasian bahan remineralisasi CPP-ACP selama 7 hari.⁶

Kelompok 3, 4, dan 5 yang diaplikasikan pasta nanopartikel kulit pisang barangan selama 7 hari juga terlihat adanya perubahan terhadap permukaan enamel. Pada kelompok 1, evaluasi SEM dengan perbesaran 2000x terlihat permukaan yang kasar dan berkurangnya porositas. Berkurangnya porositas dapat disebabkan oleh terjadinya proses remineralisasi. Kelompok 2 dan 3, evaluasi SEM dengan perbesaran 2000x terlihat permukaan yang kasar dan berkurangnya porositas. Berkurangnya porositas dapat disebabkan karena terjadinya proses remineralisasi.¹⁷ Remineralisasi adalah proses alami pengembalian mineral ke jaringan keras gigi yang telah mengalami

demineralisasi.²¹ Kulit pisang memiliki kandungan mineral yang penting pada proses remineralisasi yaitu kalsium dan fosfat. Ion kalsium dan fosfat akan menghambat proses penguraian hidroksiapatit dan menyebabkan *rebuilding* atau pembangunan kembali sebagian kristal hidroksiapatit yang larut.²²

SIMPULAN

Pasta nanopartikel kulit pisang barangan yang diaplikasikan pada permukaan enamel gigi selama 7 hari dapat mengurangi porositas pada permukaan enamel gigi.

DAFTAR PUSTAKA

- Vitiello F, Tosco V, Monterubbianesi R, Orilisi G, Gatto ML, Sparabombe S, et al. Remineralization Efficacy of Four Remineralizing Agents on Artificial Enamel Lesions: SEM-EDS Investigation. *Materials* (Basel). 2022;15(13):1–12.
- Irfani NF, Gunawan HA, Amir LR. Effect of chitosan application on the decreased enamel demineralization process in vitro (surface damage test). *J Phys Conf Ser*. 2018;1073(5):0–8.
- Hayashi O, Chiba T, Shimoda S, Momoi Y. Demineralization and remineralization phenomena of human enamel in acid erosion model. *J Hard Tissue Biol*. 2016;25(1):27–34.
- Premkumar V V, Karthikeyan BS, Mahalaxmi S. Herbal based therapeutics for tooth remineralization. *Eur Chem Bull*. 2023;12(10):1909–18.
- Busman B, Arma U, Nofriadi N. Hubungan Aplikasi Casein Phosphopeptide Amorphous Calcium Phosphate (CPP-ACP) Terhadap Remineralisasi Gigi. *B-Dent J Kedokt Gigi Univ Baiturrahmah*. 2014;1(1):18–23.
- Patil N, Choudhari S, Kulkarni S, Joshi SR. Comparative evaluation of remineralizing potential of three agents on artificially demineralized human enamel: An in vitro study. *J Conserv Dent*. 2013;16(2):116–20.
- Hartami E, Irmawati, Herawa. Perbedaan Kadar Kalsium dan Fosfor Gigi Sulung pada Anak dengan DEF-T Rendah dan Tinggi. *E-Prodenta J Dent*. 2019;3(2):232–9.
- Amalia NR, D R. Perubahan Konsentrasi Kadar Kalsium Gigi Permanen Sebelum Dan Setelah Perendaman Ekstrak Kulit Pisang Raja (Musa Paradisiaca Var. Raja). *Univ Brawijaya*. 2019;
- Ravi P V., Sekar R, Ramar K. Evaluation of Remineralization Potential of Natural Substances on Artificially Induced Carious Lesions in Primary Teeth: An In Vitro Study. *Int J Clin Pediatr Dent*. 2023;16(2):244–50.
- Purba YF, Lubis Y, Saragih FH. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Permintaan Pisang Barangan di Kota Medan. *J Ilm Pertan (JIPERTA)*. 2020;2(2):199–207.
- Asterina, Yustini A, Prima DO. Banana Extract (Musa paradisiaca) as Alternative Natural Antibacterial to Prevent Dental Caries. *Angew Chemie Int Ed* 6(11), 951–952. 2019;2.
- Blandina B, Siregar L, Setiadi H. Identifikasi Fenotipe Pisang Barangan (Musa Acuminata Linn.) Di Kabupaten Deli Sedang Sumatera Utara. *J Agroekoteknologi FP USU [Internet]*. 2019;7(1):94–105. Available from: <https://jurnal.usu.ac.id/agroekoteknologi>
- Razali M, Sembiring J, Taufik M. Bioactive Compounds in Barangan Banana Peel (Musa acuminata Colla .) as an Alternative for Antibacterial Drug Development. 2023;01(01).
- Chakraborty K, Shivakumar A, Ramachandran S. Nano-technology in herbal medicines: A review. *Int J Herb Med*. 2016;4(3):21–7.
- Karthik S, Suriyaprabha R, Balu KS, Manivasakan P, Rajendran V. Influence of ball milling on the particle size and antimicrobial properties of *Tridax procumbens* leaf nanoparticles. *IET Nanobiotechnology*. 2017;11(1):12–7.
- Widyastuti W, Fantari HR, Putri VR, Pertiwi I. Formulasi Pasta Gigi Ekstrak Kulit Jeruk (Citrus sp.) dan Daun Mint (Mentha piperita L.) Serta Aktivitas Terhadap Bakteri *Streptococcus mutans*. *J Pharmascience*. 2019;6(2):111.
- Setyawati A, Silviana F. Effect of Domestic Chicken Eggshell Paste Against Dental. *J Kedokt Gigi*. 2019;13(2):24–30.
- Xie Q, Bedran-Russo AK, Wu CD. In vitro remineralization effects of grape



- seed extract on artificial root caries. *J Dent*. 2008;36(11):900–6.
19. Rizvi SAA, Saleh AM. Applications of nanoparticle systems in drug delivery technology. *Saudi Pharm J* [Internet]. 2018;26(1):64–70. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jsps.2017.10.012>
20. Mada T, Duraisamy R, Guesh F. Optimization and characterization of pectin extracted from banana and papaya mixed peels using response surface methodology. *Food Sci Nutr*. 2022;10(4):1222–38.
21. Vinod D, Gopalakrishnan A, Subramani SM, Balachandran M, Manoharan V, Joy A. A comparative evaluation of remineralizing potential of three commercially available remineralizing agents: An in vitro study. *Int J Clin Pediatr Dent*. 2020;13(1):61–5.
22. Widyaningtyas V, Rahayu YC, Barid I. The Analysis of Enamel Remineralization Increase in Pure Soy Milk Immersion Using Scanning Electron Microscope (SEM). *J Pustaka Kesehat*. 2014;2(2):258–62.