



Potensi Chitosan sebagai Bahan Irigasi dalam Pembersihan *Smear Layer* Saluran Akar

Rina Permatasari¹, Erisa Ekiyo²

¹ Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Prof. Dr. Moestopo (Beragama), Bintaro Permai, Jakarta Selatan, 12330, Indonesia

² Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Prof. Dr. Moestopo (Beragama), Bintaro Permai, Jakarta Selatan, 12330, Indonesia

Korespondensi: Erisa Ekiyo; E-mail: ekiyoerisa@gmail.com

Abstrak

Pendahuluan: Smear layer terbentuk setelah preparasi saluran akar. Pembersihan smear layer merupakan aspek yang penting karena dapat memengaruhi adaptasi siler sehingga dapat memperkecil kebocoran pengisian saluran akar. Chitosan merupakan biopolimer alami yang dihasilkan dari deasetilasi kitin yang mempunyai efek khelasi.

Tujuan: Menjelaskan potensi *chitosan* sebagai bahan irigasi dalam pembersihan *smear layer* saluran akar.

Metode: Referensi didapat dari jurnal, *textbook*, dan *website* yang diakses melalui *database* Google Scholar. Jenis referensi yang diambil berupa laporan penelitian dan studi pustaka yang diterbitkan dari tahun 2014–2021.

Pembahasan: Chitosan dapat membersihkan smear layer seluran akar. **Simpulan:** *Chitosan* berpotensi sebagai bahan irigasi yang dapat membersihkan *smear layer* saluran akar sekalipun dalam konsentrasi yang rendah dan dengan efek samping yang minimal.

Kata Kunci: *chitosan; bahan irigasi; pembersihan smear layer*

Potential of Chitosan as an Irrigation Material in Cleaning Root Canal Smear Layers

Abstracts

Background: Smear layer is formed after root canal preparation. Removing the smear layer is an important aspect because it can affect the adaptation of sealer so it can decrease the leakage of the root canal filling. Chitosan is a natural biopolymer produced by the deacetylation of chitin which has a chelation effect. **Purpose:** To explain the potential of chitosan as an irrigant on smear layer removal in root canal. **Methods:** Based on sources obtained from journals, textbooks, and websites accessed through the Google Scholar database. The types of references taken are in the form of research reports, literature studies, published from 2014–2021. **Results:** Chitosan can remove smear layer in root canal. **Conclusion:** Chitosan has the potential as root canal irrigant for smear layer removal even in low concentrations with minimal side effects. However, there are differences of opinion regarding the region of smear layer removal.

Keywords: *chitosan; root canal irrigant; smear layer removal*

PENDAHULUAN

Perawatan saluran akar merupakan perawatan yang dilakukan untuk membuang jaringan pulpa yang terinflamasi dan/atau terinfeksi, serta mengendalikan infeksi di dalam saluran akar.¹ Tujuan dari perawatan saluran akar adalah untuk membentuk ruang saluran akar secara kemomekanik, *debridement*, disinfeksi, menutup semua portal secara memadai, serta mempertahankan atau membangun kembali integritas struktural gigi.²

Preparasi saluran akar akan membentuk *smear layer* pada kavitas dan dinding saluran akar. *Smear layer* adalah lapisan setebal 1–5 µm, amorf, ireguler, dan granular yang terdiri dari komponen organik dan anorganik dan ditemukan pada dinding saluran akar setelah instrumentasi saluran akar.³ Pembersihan *smear layer* dianggap sebagai aspek yang sangat penting dari perawatan saluran akar dikarenakan *smear layer* dapat bertindak sebagai substrat untuk proliferasi mikroba. Selain itu, *smear layer* memiliki potensi untuk memengaruhi adaptasi siler terhadap dinding saluran akar dan penetrasinya terhadap tubulus dentin, sehingga meningkatkan kemungkinan kebocoran pengisian saluran akar.⁴

Bahan irigasi saluran akar dapat diklasifikasikan sebagai larutan antimikroba, larutan khelasi (*chelating agent*), kombinasi, dan larutan dengan deterjen.⁵ Bahan yang digunakan untuk membersihkan *smear layer* adalah bahan irigasi yang bertindak sebagai *chelating agent*.³ Bahan irigasi yang paling umum digunakan adalah sodium hipoklorit (NaOCl). Meskipun NaOCl memiliki banyak sifat ideal, bahan tersebut memiliki beberapa keterbatasan seperti tidak dapat melarutkan komponen anorganik, toksik, tidak efektif dalam membersihkan *smear layer*, korosif, dapat menyebabkan perubahan warna, dan bau yang tidak sedap.^{3,5}

Bahan irigasi lain yang sering direkomendasikan adalah *ethylenediaminetetraacetic acid* (EDTA) karena kemampuannya dalam membersihkan komponen anorganik dari *smear layer*.^{5,6} *Mixture of tetracycline isomer, acid, and detergent* (MTAD) kemudian diperkenalkan dalam bidang endodontik sebagai alternatif dari EDTA. Namun, kemampuan MTAD dalam melakukan pembersihan *smear layer* terbatas pada sepertiga apikal.³ Hingga saat ini, belum ada bahan irigasi yang dapat membersihkan *smear layer* secara optimal.⁶

Sekarang telah dikembangkan alternatif bahan irigasi salah satunya *chitosan*. *Chitosan* merupakan suatu biopolimer alami yang larut dalam air dan berasal dari deasetilasi *chitin* yang diperoleh dari kepiting, udang, dan lobster.⁷ Biopolimer alami ini memiliki sifat biokompatibel, *biodegradable*, bioadhesi, tidak toksik, dan memiliki aktivitas antimikroba.⁸ *Chitosan* telah digunakan dalam berbagai bidang seperti, biomedis, kedokteran gigi, tekstil,

pengolahan air limbah, obat-obatan, pertanian, makanan, dan industri kosmetik. Dalam bidang kedokteran gigi, *chitosan* banyak digunakan karena perannya sebagai agen antimikroba dan antibakteri.⁹

METODE

Metode yang digunakan dalam studi kepustakaan ini yaitu mengumpulkan sumber acuan atau referensi berisi teori-teori dan penelitian yang terkait dengan judul penulisan. Penulisan ini ditulis berdasarkan sumber acuan atau referensi yang didapat dari jurnal, textbook, dan website yang diakses melalui database Google, Google Scholar, Science Direct, PubMed, Research Gate, dan NCBI. Semua sumber dicari menggunakan kata kunci “Chitosan, Root Canal Irrigant, Smear Layer”. Jenis referensi yang diambil berupa laporan penelitian dan studi pustaka yang diterbitkan dari tahun 2014–2021. Jumlah artikel yang didapatkan secara keseluruhan terdapat 68 artikel dan jumlah artikel yang diambil untuk di bahas terdapat 16 artikel.

Tabel 1. Ringkasan hasil penelitian terkait *chitosan* sebagai bahan irigasi.

No	Penulis	Judul	Konsentrasi <i>Chitosan</i>	Hasil
1	Darrag <i>et al.</i>	<i>Effectiveness of different final irrigation solutions on smear layer removal in intraradicular dentin</i>	0,2%	Irigasi akhir menggunakan <i>chitosan</i> 0,2% selama 3 menit terbukti lebih efisien dalam pembersihan <i>smear layer</i> dibandingkan <i>chelating agent</i> yang lain pada semua regio saluran akar. Meskipun <i>chitosan</i> lebih efektif dibandingkan bahan yang lain, tetapi tidak sepenuhnya membersihkan <i>smear layer</i> terutama pada sepertiga apikal.
2	Venghat <i>et al.</i>	<i>Effect of 0.2 % Chitosan in Endodontic Smear Layer Removal: SEM Study</i>	0,2%	Penggunaan larutan irigasi <i>chitosan</i> 0,2% selama 5 menit efektif dalam melakukan pembersihan <i>smear layer</i> pada sepertiga koronal kemudian tengah, lalu menurun pada sepertiga apikal saluran akar.
3	Vallabhaneni <i>et al.</i>	<i>Comparative Analyses of Smear Layer Removal Using Four Different Irrigant Solutions in the Primary Root Canals – A Scanning Electron Microscopic Study</i>	0,2%	Melalui tampilan <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM), pengaplikasian larutan irigasi <i>chitosan</i> 0,2% selama 1 menit terbukti kurang efektif dalam pembersihan <i>smear layer</i> pada ketiga regio saluran akar.

4	Kamble <i>et al.</i>	<i>Scanning Electron Microscopic Evaluation of Efficacy of 17% Ethylenediaminetetraacetic Acid and Chitosan for Smear Layer Removal with Ultrasonics: An In vitro Study</i>	0,2%	Pengaplikasian larutan irigasi chitosan 0,2% selama 5 menit dapat membersihkan <i>smear layer</i> pada sepertiga apikal saluran akar dengan efisiensi yang lebih besar dibanding EDTA 17%.
5	Matthew <i>et al.</i>	<i>Comparative evaluation of smear layer removal by chitosan and ethylenediaminetetraacetic acid when used as irrigant and its effect on root dentine: An in vitro atomic force microscopic and energy-dispersive X-ray analysis</i>	0,2% dan 0,5%	Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara pengaplikasian larutan irigasi chitosan 0,2%, chitosan 0,5%, dan EDTA 17% selama 1 menit dalam membersihkan <i>smear layer</i> pada regio sepertiga tengah dan apikal saluran akar.
6	Neha <i>et al</i>	<i>Effect of different irrigation regimens on smear layer removal in human root dentin an in- vitro study</i>	0,2 %	Waktu aplikasi larutan EDTA 17% selama 3 menit, asam etidronik 18% selama 3 menit, asam etidronik 9% selama 5 menit, dan chitosan 0,2% selama 5 menit mampu membersihkan <i>smear layer</i> pada regio sepertiga apikal saluran akar tanpa menunjukkan perbedaan yang signifikan.
7	Zhou <i>et al.</i>	<i>A Comparative Scanning Electron Microscopy Evaluation of Smear Layer Removal with Chitosan and MTAD</i>	0,2 %	Waktu aplikasi larutan irigasi chitosan 0,2% selama 3 menit terbukti lebih efektif dalam membersihkan <i>smear layer</i> dibandingkan MTAD pada sepertiga koronal dan tengah. Namun, menurun pada regio sepertiga apikal.
8	Berastegui <i>et al.</i>	<i>To Comparison of Standard and New Chelating Solutions in Endodontics</i>	0,3%	Pengaplikasian larutan asam sitrat 20%, EDTA 17%, asam parasetat 2,25%, dan chitosan 0,3% selama 2 menit terbukti mampu membersihkan <i>smear layer</i> pada beberapa regio sepertiga tengah dan apikal saluran akar.
9	Ratih <i>et al.</i>	<i>Effect of Contact Times of Chitosan Nanoparticle as a Final Irrigation Solution on</i>	0,5%	Waktu pengaplikasian chitosan 0,5% selama 1 menit memiliki efek yang lebih rendah terhadap

		<i>Microhardness and Surface Roughness of Root Canal Dentin</i>	-	<i>microhardness dan surface roughness.</i>
10	Tanikonda <i>et al.</i>	<i>Chitosan: Applications in Dentistry. Journal of Trends in Biomaterials and Artificial Organs</i>	-	<i>Chitosan</i> merupakan biopolimer biokompatibel yang saat ini digunakan untuk berbagai aplikasi dalam kedokteran gigi karena sifat biologisnya yang beragam seperti bahan irigasi, mampu mengaktifkan pertahanan tubuh untuk mencegah infeksi dan mempercepat penyembuhan luka serta memperbaiki jaringan.
11	Wang, <i>et al.</i>	<i>Chitosan: Structural Modification, Biological Activity and Application</i>	-	<i>Chitosan</i> memiliki biokompatibilitas, degradabilitas dan berbagai aktivitas biologis. Aktivitas biologis <i>chitosan</i> terkait dengan karakteristik strukturalnya, termasuk berat molekul, modifikasi dan faktor lainnya.
12	Massoud, <i>et al.</i>	<i>Evaluation of The Microhardness of Root Canal Dentin After Different Irrigation Protocols (in vitro study).</i>	-	Chlorhexidine merupakan irigasi akhir terbaik untuk mencegah pengendapannya dengan NaOCL.
13	Öztekin, <i>et al.</i>	<i>The Effects of Different Irrigation Agents on Root Canal Dentine Micro-hardness and Surface Roughness</i>	-	Prosedur irigasi merupakan salah satu langkah penting dalam perawatan saluran akar. Namun, bahan irigasi saluran akar akar dapat memengaruhi <i>microhardness</i> dan <i>surface roughness</i> dinding saluran akar.
14	Perochena, <i>et al.</i>	<i>Chelating and Antibacterial Properties of Chitosan Nanoparticles on Dentin</i>	-	<i>Chitosan</i> dapat digunakan sebagai bahan irigasi akhir selama perawatan saluran akar dengan manfaat ganda yaitu menghilangkan smear layer dan menghambat rekolonisasi bakteri pada dentin akar.
15	Raura, <i>et al.</i>	<i>Nanoparticle Technology and its Implications in Endodontics: A Review</i>	-	<i>Chitosan</i> dapat berpenetrasi pada kompleksitas saluran akar dan tubulus dentin, sehingga menghilangkan mikroorganisme berdasarkan konsentrasinya.
16	Barreras, <i>et al.</i>	<i>Chitosan Nanoparticles Enhance the Antibacterial</i>	-	<i>Chitosan nanoparticle</i> dapat digunakan sebagai bahan irigasi

al.	<i>Activity of Chlorhexidine in Collagen Membranes Used for Periapical Guided Tissue Regeneration</i>	saluran akar dikarenakan stabilitasnya baik, toksitas yang rendah, dan memiliki efek antibakteri terhadap bakteri
-----	---	---

HASIL DAN PEMBAHASAN

Metodologi Penelitian yang Digunakan untuk Menguji Efektivitas *Chitosan* dalam Membersihkan Smear Layer Saluran Akar

Pada umumnya penelitian yang menguji efektivitas *chitosan* dalam membersihkan *smear layer* saluran akar menggunakan sampel berupa gigi permanen manusia. Saluran akar kemudian dipreparasi agar menghasilkan debri dan *smear layer*. Setelah itu, saluran akar diirigasi menggunakan bahan irigasi *chitosan* dan bahan irigasi lain sebagai pembanding. Terakhir saluran akar dievaluasi menggunakan alat evaluasi yang berbeda.

Sebagian besar penelitian menggunakan gigi premolar berakar tunggal yang telah didekoronasi.⁹⁻¹⁶ Namun, beberapa penelitian ada yang menggunakan gigi inisisif rahang atas dengan akar lurus yang telah didekoronasi.¹⁷⁻¹⁸ Sebelum diberi larutan irigasi, saluran akar dipreparasi terlebih dahulu. Sebagian besar penelitian menggunakan teknik preparasi *crown-down*.^{11,12-14,16,18} Namun, beberapa penelitian menggunakan teknik preparasi *step back*.^{17,15} Sebagian besar penelitian menggunakan teknik preparasi *crown-down* dikarenakan teknik tersebut lebih mudah untuk dilakukan, instrumen yang digunakan lebih sedikit, bahan irigasi lebih mudah untuk masuk ke saluran akar untuk membersihkan debri, serta tidak memakan waktu, tetapi mungkin menghasilkan *smear layer* yang cukup banyak.

Setelah dilakukan preparasi saluran akar, sampel kemudian dibagi menjadi beberapa kelompok untuk diuji. Penelitian yang dilakukan oleh Berastegui *et al.* pada tahun 2017, membagi sampel menjadi 5 kelompok secara acak sesuai dengan jenis bahan irigasi yang digunakan yaitu *chitosan* 0,3%, asam sitrat 20%, asam perasetat 2,25%, EDTA 17%, dan kontrol.¹⁰ Vallabhaneni *et al.* pada tahun 2017, membagi sampel menjadi 4 kelompok secara acak sesuai jenis bahan irigasi yang digunakan yaitu, NaOCl 5,25%, asam sitrat 6%, *smear clear*, dan *chitosan* 0,2%.¹⁷ Darrag *et al.* pada tahun 2014, membagi sampel menjadi menjadi 5 kelompok secara acak sesuai dengan jenis bahan irigasi yang digunakan, yaitu EDTA, asam sitrat 10%, MTAD, *chitosan* 0,2%, dan NaOCl 2,5% sebagai kontrol.¹⁸ Bahan irigasi pembanding yang paling banyak digunakan adalah EDTA 17%, asam sitrat, dan NaOCl. Bahan irigasi yang bersifat sebagai agen khleasi seperti EDTA dan asam sitrat dapat membersihkan *smear layer* saluran akar karena dapat membentuk ikatan kompleks kandungan

kalsium dari *smear layer*. Selain itu, *smear layer* memiliki rasio massa permukaan yang besar sehingga membuatnya sangat larut dalam asam. Sementara NaOCl merupakan irigasi intrakanal yang paling umum digunakan karena dapat melarutkan jaringan dan *biofilm* saluran akar.¹¹ Setelah sampel diberikan perlakuan, sampel diuji menggunakan alat bantu untuk mengevaluasi hasil penelitian. Sebagian besar penelitian mengevaluasi hasil pembesihan *smear layer* menggunakan alat bantu *Scanning Electron Microscope* (SEM) dengan perbesaran antara 1000–5000x.^{14–16,18}

Metode Sintesis Chitosan dalam Penelitian

Pada umumnya larutan irigasi *chitosan* dibuat dengan cara mencampurkan bubuk *chitosan* dengan asam asetat 1% karena *chitosan* memiliki sifat mudah larut dalam asam organik dan anorganik. Asam asetat hanya memiliki satu gugus karboksil dan hanya berperan sebagai donor proton sehingga dapat melarutkan *chitosan* tanpa membentuk struktur yang besar. Setelah mencampurkan larutan dan bubuk *chitosan*, campuran kemudian diaduk agar mendapatkan larutan yang homogen. Sebagian besar penelitian menggunakan *magnetic agitator* atau pengaduk magnet untuk mendapatkan larutan yang homogen yang jernih, homogen, dan mencapai standardisasi larutan.^{12,18} Namun, untuk menghasilkan larutan irigasi *chitosan nanoparticle* diperlukan alat bantu tambahan seperti *Polytron homogenizer* untuk mencampurkan larutan irigasi dengan larutan sodium *tripolyphosphate* (TPP).¹⁹

Bentuk Sediaan, Konsentrasi, dan Waktu Aplikasi Chitosan dalam Membersihkan Smear Layer Saluran Akar

Efisiensi bahan irigasi bergantung pada beberapa faktor, antara lain waktu aplikasi, pH, konsentrasi, bentuk sediaan, dan jumlah yang digunakan. Mayoritas penelitian menggunakan bentuk sediaan larutan *chitosan* untuk mengirigasi sampel.^{9–11,14–16,18} Hal ini dikarenakan bahan irigasi yang berjenis larutan efektif melarutkan komponen organik dan anorganik dari saluran akar. Hubungan antara konsentrasi bahan irigasi *chelating agent* dengan waktu aplikasinya, penting untuk diketahui karena larutan irigasi dengan konsentrasi tinggi yang digunakan dalam jangka waktu yang lama dapat meningkatkan *surface roughness* dari dentin saluran akar.¹⁵

Penelitian yang dilakukan oleh Matthew *et al.* pada tahun 2017, yang menggunakan larutan *chitosan* dengan konsentrasi 0,2% dan 0,5% sebanyak 5 ml selama 1 menit. Hasil menunjukkan bahwa baik *chitosan* 0,2% dan *chitosan* 0,5% dapat membersihkan *smear layer* saluran akar tanpa perbedaan yang signifikan secara statistik.¹³ Selain itu, Darrag *et al.* pada

tahun 2014, menggunakan *chitosan* 0,2% sebanyak 1 ml yang digunakan selama 3 menit. Hasil menunjukkan bahwa *chitosan* 0,2% mampu membersihkan *smear layer* pada ketiga regio saluran akar.¹⁵ Sementara penelitian Berastegui *et al.* pada tahun 2017, menggunakan *chitosan* 0,3% sebanyak 5 ml yang diinjeksikan selama 2 menit ke dalam saluran akar menggunakan jarum *miraject endo luer*. Hasil menunjukkan bahwa waktu pengaplikasi *chitosan* 0,3% selama 2 menit mampu membersihkan *smear layer* saluran akar pada beberapa regio saluran akar.¹⁰ Penelitian Neha *et al.* pada tahun 2017, menyatakan bahwa pengaplikasi *chitosan* 0,2% selama 5 menit mampu membersihkan *smear layer* yang setara dengan EDTA 17%.¹⁴

Chitosan dengan konsentrasi 0,2%, 0,3%, dan 0,5% dapat membersihkan *smear layer* saluran akar tanpa menunjukkan perbedaan yang signifikan. Durasi aplikasi bahan irigasi *chitosan* yang digunakan berkisar antara 1–5 menit, tetapi durasi pengaplikasi *chitosan* selama 3–5 menit dikatakan sebagai kombinasi paling baik untuk dentin saluran akar dikarenakan waktu aplikasi bahan irigasi *chitosan* selama 1 menit kurang efektif dalam membersihkan *smear layer* saluran akar. Oleh karena itu, *chitosan* berpotensi menjadi alternatif bahan irigasi yang bertindak sebagai *chelating agent* karena dapat membersihkan *smear layer* sekalipun dalam konsentrasi rendah.

Efektifitas Pembersihan *Smear Layer* oleh *Chitosan*

Penelitian yang dilakukan oleh Berastegui *et al.* pada tahun 2017, menyatakan bahwa *chitosan* 0,3% paling efektif membersihkan *smear layer* pada sepertiga koronal kemudian menurun pada sepertiga tengah dan apikal saluran akar.¹⁰ Hal serupa ditemukan pada penelitian yang dilakukan oleh Venghat *et al.* pada tahun 2015, menyatakan bahwa pembersihan *smear layer* paling maksimal ditemukan pada daerah sepertiga koronal kemudian sepertiga tengah, lalu sepertiga apikal. Pada sepertiga apikal, *chitosan* 0,2% dikatakan tidak dapat membersihkan *smear layer* secara efektif. Hal ini disebabkan pembersihan yang sulit dilakukan pada sepertiga apikal karena kompleksitas anatomi yang terdapat pada sepertiga apikal saluran akar.¹⁵ Penelitian yang dilakukan oleh Zhou *et al.* pada tahun 2017, yang mengungkapkan bahwa *chitosan* 0,2% paling efektif membersihkan *smear layer* pada sepertiga koronal, sementara pada sepertiga tengah dan apikal kemampuan *chitosan* 0,2% dalam membersihkan *smear layer* menurun.¹⁶ Berbeda halnya dengan penelitian Vallabhaneni *et al.* pada tahun 2017, yang menyatakan bahwa *chitosan* 0,2%

kurang efektif dalam membersihkan *smear layer* saluran akar dibanding asam sitrat dan *smear clear* terutama pada sepertiga apikal.¹⁷

Sebagian besar penelitian di atas menyatakan bahwa *chitosan* paling efektif membersihkan *smear layer* pada regio sepertiga koronal, kemudian disusul oleh sepertiga tengah, dan kurang efektif pada sepertiga apikal. Diameter saluran akar yang lebih besar pada sepertiga koronal dan tengah menyebabkan dinding saluran akar lebih mudah untuk terekspos bahan irigasi sehingga meningkatkan efektivitas pembersihan *smear layer*. Diameter yang lebih sempit pada sepertiga apikal menyebabkan dinding saluran akar sulit untuk terekspos bahan irigasi. Selain itu, lapisan *smear layer* yang terbentuk pada sepertiga koronal dan tengah lebih sedikit dan lebih longgar dibandingkan pada sepertiga apikal.

Efek *Chitosan* terhadap *Microhardness*, *Surface Roughness*, dan *Erosi* pada Saluran Akar

Bahan irigasi yang digunakan untuk membersihkan *smear layer* dapat menimbulkan efek samping terhadap saluran akar seperti erosi dentin saluran akar yang mempengaruhi penurunan *microhardness* dan peningkatan *surface roughness* saluran akar. *Microhardness* dentin adalah kekerasan mikro dentin saluran akar yang bergantung pada jumlah matriks yang terkalsifikasi. Penurunan *microhardness* akan menyebabkan kehilangan mineral pada jaringan keras gigi karena sensitif terhadap komposisi dan perubahan struktur pada gigi.¹⁹ Sementara *surface roughness* adalah kekasaran permukaan dentin, hal ini mengacu pada ketahanan dentin saluran akar terhadap deformasi yang disebabkan oleh bahan irigasi saluran akar.²⁰

Zhou *et al.* pada tahun 2017, mengemukakan bahwa sebagian besar sampel yang telah diirigasi menggunakan *chitosan* hanya mengalami sedikit erosi pada tubulus dentin.¹⁶ Sementara itu, hasil penelitian oleh Ratih *et al.* pada tahun 2020, menunjukkan bahwa *chitosan* dengan waktu kontak lebih dari 1 menit menghasilkan efek erosi yang lebih besar sehingga memengaruhi *microhardness* dan *surface roughness* saluran akar. Namun, efek *microhardness* dan *surface roughness* yang ditimbulkan *chitosan* lebih rendah dibanding EDTA 17%.¹²

Efek seperti *microhardness*, *surface roughness*, dan erosi dentin yang ditimbulkan bahan irigasi tergantung pada jenis, konsentrasi, dan waktu pengaplikasian larutan. Waktu pengaplikasian *chitosan* yang lebih lama mengakibatkan lebih banyak erosi sehingga memengaruhi *microhardness* dan *surface roughness* saluran akar. Namun, sebagian besar penelitian mengatakan bahwa *microhardness*, *surface roughness*, dan erosi dentin yang

ditimbulkan *chitosan* lebih rendah dibandingkan jenis bahan irigasi lain. Dengan demikian, *chitosan* disimpulkan dapat membersihkan *smear layer* dengan efek samping yang minimal terhadap saluran akar.

Modifikasi Chitosan untuk Meningkatkan Kelarutan dan Sifat Fisikokimia

Bahan irigasi dapat memengaruhi sifat fisikokimia dentin saluran akar, antara lain *microhardness*, permeabilitas, kelarutan, *wettability*, dan *surface roughness*.¹⁴ *Chitosan* memiliki beberapa kekurangan yang sering membatasi aplikasinya. *Chitosan* perlu dimodifikasi agar penggunaannya lebih efektif dan memerluas jangkauan aplikasinya. Salah satu metode yang dilakukan adalah modifikasi fisik. *Chitosan* dapat dimodifikasi secara fisik melalui *mechanical grinding*, radiasi pengion, dan ultrasonik untuk mengubah bentuk *chitosan* menjadi material spons, *nanoparticle*, dan partikel *gel* sehingga dapat memenuhi kebutuhan berbagai aplikasi.²¹

Penelitian pertama yang menggunakan *chitosan nanoparticle* dalam bidang endodontik dilakukan pada tahun 2008. Penelitian tersebut mengevaluasi *chitosan nanoparticle* sebagai bahan irigasi untuk mendesinfeksi saluran akar. *Chitosan nanoparticle* dikatakan dapat berpenetrasi ke dalam kompleks saluran akar dan tubulus dentin sehingga dapat menghilangkan mikroorganisme. Efektivitasnya bedasarkan konsentrasi dan sifat yang bergantung pada waktu.²² Penelitian *in-vitro* yang dilakukan oleh Barreras *et al.* pada tahun 2016, menggunakan *chitosan nanoparticle* sebagai bahan irigasi saluran akar. Penelitian tersebut menggunakan *chitosan nanoparticle* karena stabilitasnya lebih baik, toksisitas rendah, memiliki efek antibakteri terhadap bakteri gram positif dan negatif.²³ Struktur *nanoparticle* dari *chitosan* memiliki sifat fisik, kimia, dan biologi yang dinilai lebih unggul dibandingkan bentuk konvensional dari *chitosan*. Sifat fisik dari *chitosan nanoparticle* yaitu dapat larut dalam berbagai media lain. Sifat kimianya antara lain terdapat gugus hidroksil dan amino yang sangat reaktif sehingga efek khelasi lebih optimal. Sementara sifat biologinya dapat menyebabkan gangguan membran sel bakteri karena interaksi elektrostatiknya serta merupakan antijamur dan antivirus yang sangat baik.²²

SIMPULAN

Tinjauan ini menunjukkan bahwa *chitosan* dengan konsentrasi 0,2%–0,5% berpotensi sebagai bahan irigasi alternatif yang dapat membersihkan *smear layer*. Namun, terdapat perbedaan pendapat mengenai regio pembersihan *smear layer* saluran akar.

Mayoritas para peneliti menyatakan bahwa *chitosan* paling efektif membersihkan *smear layer* pada regio sepertiga koronal saluran akar. Pengaplikasian larutan irigasi *chitosan* selama 3–5 menit dikatakan paling efektif karena efek samping yang ditimbulkan tidak signifikan, seperti peningkatan *surface roughness* dan penurunan *microhardness* saluran akar. *Chitosan* dapat dimodifikasi agar penggunaannya lebih efektif dan memerluas jangkauan aplikasinya. Salah satu contohnya adalah *chitosan nanoparticle* yang merupakan hasil modifikasi fisik dari *chitosan*. Saran dalam penulisan ini diperlukan penelitian lebih lanjut yang membahas mengenai potensi *chitosan* sebagai bahan irigasi dalam membersihkan *smear layer* saluran akar dengan sampel gigi dan bahan irigasi pembanding yang lebih bervariasi. Selain itu, diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai mekanisme serta kandungan *chitosan* yang berperan dalam membersihkan *smear layer* saluran akar. Juga perlu dikaji lebih lanjut mengenai kombinasi bahan irigasi yang paling efektif digunakan bersama dengan larutan irigasi *chitosan*. Terakhir, diperlukan pula penelitian dan pengembangan lebih lanjut mengenai keunggulan dan pemanfaatan *chitosan nanoparticle*.

Kontribusi Penulis: Kontribusi peneliti “Konseptualisasi, R.P. dan E.E.; metodologi, R.P.; perangkat lunak, E.E.; validasi, R.P., E.E.; analisis formal, E.E.; investigasi, E.E.; sumber daya, E.E.; kurasi data, R.P.; penulisan—penyusunan draft awal, R.P.; penulisan-tinjauan dan penyuntingan, R.P.; visualisasi, E.E.; supervisi, R.P.; administrasi proyek, E.E.; perolehan pendanaan, E.E. Semua penulis telah membaca dan menyetujui versi naskah yang diterbitkan.”

Pendanaan: Penelitian ini dibiayai sendiri oleh penulis

Persetujuan Etik: Persetujuan etik tidak disertakan untuk penelitian ini karena tidak melibatkan manusia atau hewan.

Pernyataan Ketersediaan Data: Ketersediaan data penelitian akan diberikan sejauh semua peneliti melalui email korespondensi dengan memperhatikan etika dalam penelitian.

Konflik Kepentingan: Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan

DAFTAR PUSTAKA

- Brady E, Durack C. Root Canal Preparation. In: Patel S, Barnes JJ, editors. The Principles of Endodontics. 3rd Ed. United Kingdom: Oxford University Press; 2020, pp.64–78.
- Haapasalo M, Shen Y, Lin JF, Park E, Qian W, Wang Z. Irrigants and Intracanal Medicaments. In: Rotstein I, Ingle J, editors. Ingle's Endodontics. 7th Ed. North Carolina: PMPH USA, Ltd; 2019, pp.636,641–642,650.

3. Peters OA, Arias A, Shabahang S. Cleaning and Shaping. In: Torabinejad M, Fouad AF, Shabahang S, editors. Endodontics Principles and Practice. 6th Ed. St. Louis, Missouri: Elsevier; 2021, pp.304–306.
4. Garg N, Garg A. Textbook of Endodontics. 4th ed. New Delhi, India: Jaypee Brothers Medical Publishers; 2019, pp.65–67,221–232 ,466.
5. Basrani B, Malkhassian G. Update of Endodontic Irrigating Solutions. In: Basrani B, editor. Endodontic Irrigation Chemical Disinfection of the root Canal System. Switzerland: Springer; 2015, pp.99,103–110.
6. Marx K. Irrigants and Intracanal Medicaments. In: Gopikhrisna V, editor. Grossman's Endodontic Practice. 14th Ed. New Delhi, India: Wolters Kluwer; 2021, pp.298–299, 301–305.
7. Tanikonda R, Ravi RK, Sirisha K. Chitosan: Applications in Dentistry. *Journal of Trends in Biomaterials and Artificial Organs*. 2014; 18(2): 74–78,
8. Thomas MS, Koshy RR, Mary SK, Thomas S, Pothan LA. Introduction. In: Navard P, editor. Starch, Chitin, and Chitosan Based Composites and Nanocomposites. Switzerland: Springer; 2019, 3, 259.
9. Wang W, Xue C, Mo X. Chitosan: Structural Modification, Biological Activity and Application. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2020; 164: 4532–4546.
10. Berastegui E, Molinos E, Ortega J. To Comparison of Standard and New Chelating Solutions in Endodontics. *Open Access Journal of Dental Sciences*. 2017; 2(2): 1–8.
11. Kamble AB, Abraham S, Kakde DD, Shashidhar C, Mehta DL. Scanning Electron Microscopic Electron Evaluation of Efficacy of 17% Ethylenediaminetetraacetic Acid and Chitosan for Smear Layer Removal with Ultrasonics: An In vitro Study. *Contemporary Clinical Dentistry*. 2017; 8(4): 621–626.
12. Ratih DN, Rosalia FD, Rinastiti M, Kaswati NM. Effect of Contact Times of Chitosan Nanoparticle as a Final Irrigation Solution on Microhardness and Surface Roughness of Root Canal Dentin. *World Journal of Dentistry*. 2020; 11(4): 262–263.
13. Matthew SP, Pai VS, Usha G, Nadig RR. Comparative Evaluation of Smear Layer Removal by Chitosan and Ethylenediaminetetraacetic Acid when Used as Irrigant and Its Effect on Root Dentine: An in vitro Atomic Force Microscopic and Energy-Dispersive X-ray Analysis. *Journal of Conservative Dentistry*. 2017; 20(4): 245–250.

14. Neha S, Khurramuddin M, Shekar K, Smitha R, Dola B, Singh V. Effect of Different Irrigation Regimens on Smear Layer Removal in Human Root Dentin an in-vitro Study. *Asian Pacific Journal of Health Sciences*. 2017; 4(2): 31–37.
15. Venghat S, Hegde MN. Effect of 0.2% Chitosan in Endodontic Smear Layer Removal: SEM Study. *World Journal of Pharmaceutical Research*. 2015; 4(12): 1384–1396.
16. Zhou H, Li Q, Huang W, Zhao S. A Comparative Scanning Electron Microscopy Eveluation of Smear Layer Removal with Chitosan and MTAD. *Nigerian Journal of Clinical Practice*. 2017; 21(1): 76–80.
17. Vallabhaneni K, Kakarla P, Avula SSJ, Reddy NVG, Gowd MG, Vardan KR. Comparative Analyses of Smear Layer Removal Using Four Different Irrigant Solutions in the Primary Root Canals - A Scanning Electron Microscopic Study. *Journal of Clinic and Diagnostic Research*. 2017; 11(4): 64–67.
18. Darrag AM. Effectiveness of Differet Final Irrigation Solutions on Smear Layer Removal in Intraradicular Dentin. *Tanta Dental Journal*. 2014; 93–99.
19. Massoud SF, Moussa SM, Hanafy SA, Backly RM. Evaluation of The Microhardness of Root Canal Dentin After Different Irrigation Protocols (in vitro study). *Alexandria Dental Journal*. 2017; 42: 71–79.
20. Öztekin F, Adıgüzel Ö. The Effects of Different Irrigation Agents on Root Canal Dentine Micro-hardness and Surface Roughness. *International Dental Research*. 2019; 9(1): 16–21.,
21. Perochena AC, Bramante CM, Duarte MAH, Moura MR, Aouada FA, Kishen A. Chelating and Antibacterial Properties of Chitosan Nanoparticles on Dentin. *Restorative Dentistry and Endodontics*. 2015; 40(3): 195–201.
22. Raura N, Gard A, Arora A, Roma M. Nanoparticle Technology and its Implications in Endodontics: A Review. *BMC Medicine*. 2020; 24(21): 1–8.
23. Barreras US, Mendez FT, Martinez RE, Valencia CS, Rodriguez PR, Rodriguez JP. Chitosan Nanoparticles Enhance the Antibacterial Activity of Chlorhexidine in Collagen Membranes Used for Periapical Guided Tissue Regeneration. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl*. 2016; 58: 1182–7.