

**Evaluasi Kebersihan *Smear Layer* Dentin Saluran Akar
Menggunakan Larutan Nanopartikel Daun Kelor (*Moringa oleifera*)**

SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
untuk mencapai gelar Sarjana Kedokteran Gigi**



Iluh Astantya Anjani Putri

J011 181 041

**DEPARTEMEN KONSERVASI
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2021

**Evaluasi Kebersihan *Smear Layer* Dentin Saluran Akar
Menggunakan Larutan Nanopartikel Daun Kelor (*Moringa oleifera*)**

SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
untuk mencapai gelar Sarjana Kedokteran Gigi**



Iluh Astantya Anjani Putri

J011 181 041

**DEPARTEMEN KONSERVASI
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2021

**Evaluasi Kebersihan *Smear Layer* Dentin Saluran Akar
Menggunakan Larutan Nanopartikel Daun Kelor (*Moringa oleifera*)**

SKRIPSI

**Diajukan Kepada Universitas Hasanuddin
Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Mencapai Gelar Sarjana Kedokteran Gigi**

Oleh:

ILUH ASTANTYA ANJANI PUTRI

J011 181 041

**DEPARTEMEN ILMU KONSERVASI
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021**

LEMBAR PENGESAHAN

**Judul : Evaluasi Kebersihan Dentin Saluran Akar
Menggunakan Nanopartikel Daun Kelor (*Moringa
oleifera*)**

Oleh : Iluh Astantya Anjani Putri/J011181041

Telah Diperiksa dan Disahkan

Pada Tanggal 03 Desember 2021

Oleh:

Pembimbing



Dr. drg. Juni Jekti Nugroho, Sp.KG(K)
NIP. 19710625 200501 2 001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Kedokteran Gigi

Universitas Hasanuddin



Prof. drg. Muhammad Ruslin, M.Kes., Ph.D., Sp.BM (K)

NIP. 19730702 200112 1 001

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa yang tercantum dibawah ini:

Nama : Iluh Astantya Anjani Putri

NIM : J011181041

Judul : Evaluasi Kebersihan *Smear Layer* Dentin Saluran Akar
Menggunakan Larutan Nanopartikel Daun Kelor (*Moringa
oleifera*)

Menyatakan bahwa judul skripsi yang diajukan adalah judul yang baru dan tidak terdapat di Perpustakaan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin.

Makassar, 23 Oktober 2021

Koordinator Perpustakaan FKG

UNHAS


Amiruddin, S.Sos

NIP. 19661121 199201 1 003

PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Iluh Astantya Anjani Putri

NIM : J011181041

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “Evaluasi Kebersihan *Smear Layer* Dentin Saluran Akar Menggunakan Larutan Nanopartikel Daun Kelor (*Moringa oleifera*)” adalah benar merupakan karya sendiri dan tidak melakukan tindakan plagiarisme dalam penyusunannya. Adapun kutipan yang ada dalam penyusunan karya ini telah saya cantumkan sumber kutipannya dalam skripsi, saya bersedia melakukan proses yang semestinya sesuai dengan peraturan perundangan yang berlaku jika ternyata skripsi ini sebagian atau seluruhnya merupakan plagiarisme dari orang lain. Demikian pernyataan ini dibuat untuk dipergunakan seperlunya.

Makassar, 03 Desember

2021



Iluh Astantya Anjani Putri

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan YME atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Evaluasi Kebersihan Smear Layer Dentin Saluran Akar Menggunakan Larutan Nanopartikel Daun Kelor (*Moringa oleifera*)” sebagai syarat untuk menyelesaikan pendidikan Strata Satu di Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin.

Tidak dapat disangkal bahwa butuh usaha yang keras, waktu, kegigihan, dan kesabaran dalam pengerjaan skripsi ini. Namun, disadari karya ini tidak akan selesai tanpa orang-orang disekeliling penulis yang senantiasa memberi dukungan, bimbingan serta semangat kepada penulis. Terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada:

1. Orang tua tercinta, Ayah (**Alm**) **Dwi Putra Adnyana, Amd**, Ibu **Ni Wayan Suwastini, AMK** dan ayah sambung saya **I Nyoman Danta, Spd** yang telah membesarkan dan mendidik dengan penuh kesabaran, pengorbanan, cinta dan kasih sayangnya, serta do'a dan nasihat yang tidak henti-hentinya. Adik-adik tersayang saya **Adinda Sriwidari, Alita Candra Dewi**, dan **Anindita Prabawati**. kakek saya **Made mongol** dan nenek saya **Wayan suji** juga seluruh keluarga besar atas dukungan dan do'a kepada penulis selama menjalani semua proses.

2. **drg. Muhammad Ruslin, M.Kes., Ph.D., Sp.BM(K)** selaku Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin.
3. **drg. Fuad Husain Akbar, M.Kes., Ph.D** sebagai penasehat akademik atas segala motivasi dan dukungannya untuk terus meningkatkan prestasi akademik dari awal semester perkuliahan hingga sekarang.
4. **Dr. drg. Juni Jekti Nugroho, Sp.KG(K)** selaku dosen pembimbing yang selalu sabar dan telah banyak meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, motivasi, arahan serta ilmu yang sangat bermanfaat untuk penulis hingga penyelesaian skripsi ini.
5. **Drg. Nurhayaty Natsir, Ph.D, Sp.KG(K)** dan **Dr. drg. Aries Chandra Trilaksana, Sp.KG(K)** yang telah meluangkan waktunya untuk menjadi dosen penguji serta memberikan kritik dan saran yang membangun bagi penulis.
6. **Seluruh Dosen, Staf Akademik, Staf Tata Usaha, Staf Perpustakaan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin, dan Staf Departemen Konservasi Gigi** yang telah banyak membantu penulis.
7. **Regita Maharani, Anandha Waradana Y., Nabil Muhammad H.** sebagai teman-teman seperjuangan sejak hari pertama di Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin hingga sekarang dan kak **Ganggadatta** sebagai orang yang telah membantu dan memberikan dukungannya dalam menyelesaikan skripsi ini.
10. **Muh. Fachrul Itsani Gasri dan Fanny Ayu Elfira** selaku teman seperjuangan dalam menyelesaikan skripsi ini.

11. **Keluarga besar CINGULUM 2018** yang telah sama-sama berjuang melewati segala rintangan dalam berproses di Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin.
12. kepada seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, atas bantuan selama penyusunan skripsi ini.

Sebagai manusia biasa yang tidak luput dari kesalahan, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Olehnya, penulis memohon maaf, serta dengan kerendahan hatinya menerima kritik dan saran yang membangun dari pembaca. Demikianlah, semoga hasil penelitian ini bermanfaat.

Makassar, 03 Desember 2021



Iluh Astantya Anjani Putri

**Evaluasi Kebersihan *Smear Layer* Dentin Saluran Akar
Menggunakan Larutan Nanopartikel Daun Kelor (*Moringa oleifera*)**

ABSTRAK

Latar belakang: Perawatan saluran akar bertujuan menghilangkan iritan bakteri serta memungkinkan penyembuhan dan kesehatan jaringan periradikular. Salah satu indikator keberhasilan perawatan saluran akar adalah tahapan preparasi biomekanik. Namun tindakan tersebut menghasilkan suatu lapisan anorganik yaitu *smear layer*. EDTA 17% efektif menghilangkan *smear layer*, tetapi tidak mampu melarutkan jaringan organik dan juga memiliki efek samping menghasilkan erosi. Daun kelor (*Moringa oleifera*) memiliki zat aktif saponin yang merupakan surfaktan alami. Nanopartikel merupakan strategi dalam meningkatkan bioavailabilitas senyawa aktif herbal. **Tujuan** penelitian ini untuk mengevaluasi kebersihan *smear layer* dentin saluran akar menggunakan larutan nanopartikel daun kelor. **Metode** penelitian ini menggunakan eksperimental laboratorium dengan desain *posttest with control group design*. Kelompok uji penelitian terdiri dari larutan nanopartikel daun kelor 2,5%, 5% dan EDTA 17%. Kebersihan saluran akar gigi diamati dengan *scanning electron microscope* (SEM) dan dihitung berdasarkan skoring. **Hasil** penelitian memperlihatkan skor rata-rata daun kelor 2,5% yaitu 1,85, daun kelor 5% yaitu 2,50 dan EDTA 17% yaitu 2,38. **Kesimpulan:** Larutan nanopartikel daun kelor memiliki kemampuan yang baik dalam membersihkan *smear layer*. **Kata kunci:** larutan irigasi, larutan nanopartikel daun kelor, kebersihan dentin saluran akar, *smear layer*

**Evaluation the Cleanliness of the Smear Layer Root Canal Dentin
Using Nanoparticle Solution of Moringa Leaf (*Moringa oleifera*)**

ABSTRACT

Background: Root canal treatment aims to remove bacterial irritants and allow healing and health of the periradicular tissue. One indicator of the success of root canal treatment is the biomechanical preparation stage. However, this action produces an inorganic layer, namely the *smear layer*. EDTA 17% is effective in removing the *smear layer*, but is not able to dissolve organic tissue and also has the side effect of producing erosion. Moringa leaves (*Moringa oleifera*) have the active substance of saponins which are natural surfactants. Nanoparticles are a strategy to increase the bioavailability of herbal active compounds. **Objectives:** The purpose of this study was to evaluate the cleanliness of the *smear layer* root canal dentin using a solution of Moringa leaf nanoparticles. **Method:** This research method uses experimental laboratory with posttest design with control group design. The research test group consisted of a solution of 2.5% Moringa leaf nanoparticles, 5% and 17% EDTA. The cleanliness of the root canals was observed with a scanning electron microscope (SEM) and calculated based on the scoring. **Result:** The results showed the average score of 2.5% Moringa leaves was 1.85, 5% Moringa leaves was 2.50 and EDTA17% was 2.38. **Conclusion:** Moringa leaf nanoparticle solution has a good ability to clean up the smear layer. **Keywords:** irrigation solution, Moringa leaf nanoparticle solution, root canal dentin cleanliness, *smear layer*.

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMBUTAN.....	i
HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
SURAT PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK.....	ix
<i>ABSTRACT</i>	x
DAFTAR ISI.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Jaringan Keras Gigi.....	4
2.1.1 Dentin.....	4
2.2 <i>Smear layer</i>	5
2.3 Larutan Irigasi Saluran Akar.....	6
2.3.1 EDTA.....	7
2.4 Nanopartikel.....	9
2.5 Daun Kelor (<i>Moringa oleifera</i>).....	10
2.4.1 Morfologi.....	10
2.4.2 Kandungan.....	12
2.7 Kerangka Teori	14
2.8 Kerangka Konsep.....	15
2.9 Hipotesis	16

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	17
3.1 Jenis Penelitian.....	17
3.2 Desain Penelitian	17
3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian	17
3.3.1 Lokasi.....	17
3.3.2 Waktu.....	17
3.4 Variabel Penelitian.....	17
3.4.1 Variabel independen	17
3.4.2 Variabel dependen	18
3.4.3 variabel antara.....	18
3.4.4 Variabel kendali.....	18
3.5 Sampel Penelitian.....	18
3.6 Besar Sampel	19
3.7 Definisi Operasional	19
3.8 Alat dan Bahan.....	20
3.9 Prosedur Kerja	22
3.9.1 Pembuatan larutan nanopartikel daun kelor.....	22
3.9.2 Persiapan Sampel.....	23
3.9.3 Evaluasi Kebersihan <i>Smear Layer</i>	25
3.10 Alur Penelitian	26
BAB 4 HASIL PENELITIAN	27
BAB 5 PEMBAHASAN	30
BAB 6 PENUTUP	33
DAFTAR PUSTAKA	34

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perawatan saluran akar bertujuan menghilangkan iritan bakteri dan menciptakan kondisi sistem saluran akar yang memungkinkan penyembuhan dan kesehatan jaringan periradikular.^{1,2} Keberhasilan perawatan saluran akar bergantung pada proses preparasi biomekanik yang tepat, desinfeksi sistem saluran akar, dan pencegahan terjadinya infeksi kembali.^{3,4} Preparasi saluran akar merupakan tahap penting dalam perawatan saluran akar.^{2,5} Namun tindakan mekanis ini menyebabkan gesekan instrumen endodontik dengan dinding saluran akar, yang dapat menghasilkan suatu lapisan yaitu *smear layer*.⁶

Smear layer mengandung sisa-sisa proses odontoblastik, jaringan pulpa, dan bakteri.⁶ Hal ini dapat mencegah penetrasi medikamen intrakanal ke tubulus dentin dan memungkinkan bakteri tumbuh dan berkembang biak serta mempengaruhi adaptasi bahan pengisi ke dinding saluran akar.^{4,6} Oleh karena itu diperlukan larutan irigasi yang mempunyai peran penting untuk membersihkan *smear layer* dari dinding saluran akar, mengeluarkan debris, bersifat antibakteri dan sebagai pelumas.^{7,8,9}

Salah satu larutan irigasi yang sering digunakan antara lain EDTA (*Ethylenediaminetetraacetic Acid*). Pada konsentrasi 15% hingga 17% efektif menghilangkan *smear layer* dari sistem saluran akar,³ tetapi tidak mampu melarutkan jaringan organik. *Ethylenediaminetetraacetic Acid* juga memiliki efek samping menghasilkan erosi pada dentin saluran akar akibat hiperdekalsifikasi

sehingga menurunkan kekerasan mikro dentin secara signifikan.^{4,10,11} Oleh karena itu diperlukan alternatif bahan alam yang memiliki kemampuan sama baik dalam melarutkan *smear layer*. Salah satu tanaman yang potensial adalah daun kelor (*Moringa oleifera*).

Daun kelor (*Moringa oleifera*) memiliki kemampuan antibakteri dan zat aktif seperti saponin dan flavonoid.¹² Saponin merupakan surfaktan alami yang dapat digunakan dalam proses pembuatan deterjen.¹³ Selain itu daun kelor dapat dibuat dalam skala nanopartikel sehingga diharapkan berpenetrasi lebih baik ke dalam tubulus dentin.

Efisiensi penggunaan larutan irigasi umumnya terhambat oleh kemampuannya mencapai seluruh bagian saluran akar. Penelitian mengenai bahan alam yang dilakukan sejauh ini umumnya terfokus pada sediaan ekstrak, namun ekstraksi memiliki kelemahan karena tingkat kelarutan dalam air masih rendah. Teknik nanopartikel merupakan strategi dalam meningkatkan bioavailabilitas senyawa aktif herbal.^{14,15}

Saat ini penelitian mengenai nanopartikel terus berkembang sehingga penulis tertarik untuk meneliti mengenai nanopartikel daun kelor (*Moringa oleifera*) dalam sediaan larutan sebagai kandidat alternatif irigasi saluran akar untuk mengevaluasi kebersihan *smear layer*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka dirumuskan masalah sebagai berikut: Bagaimana evaluasi kebersihan *smear layer* dentin saluran akar menggunakan larutan nanopartikel daun kelor (*Moringa oleifera*)?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Mengevaluasi kebersihan *smear layer* dentin saluran akar menggunakan larutan nanopartikel daun kelor (*Moringa oleifera*).

1.3.2 Tujuan Khusus

Membandingkan hasil evaluasi larutan nanopartikel daun kelor (*Moringa oleifera*) 2,5% dan 5% dengan EDTA 17% dalam membersihkan *smear layer* dentin saluran akar.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Umum

Menambah ilmu pengetahuan terhadap klinisi maupun praktisi mengenai potensi larutan daun kelor (*Moringa oleifera*) sebagai kandidat alternatif larutan irigasi saluran akar.

1.4.2 Manfaat Khusus

Menjadi dasar penelitian lebih lanjut dalam pemanfaatan nanopartikel daun kelor (*Moringa oleifera*) khususnya kemungkinan untuk dimanfaatkan dalam bidang kedokteran gigi sebagai kandidat alternatif larutan irigasi saluran akar.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jaringan Keras Gigi

Jaringan keras adalah jaringan yang mengalami mineralisasi. Secara biologi mineralisasi atau kalsifikasi dapat didefinisikan sebagai proses dimana terdapat sejumlah besar mineral dan bentuk kristal-kristal kompleks yang membentuk jaringan. Jaringan keras gigi terdiri atas email, dentin dan sementum.

2.1.1 Dentin

Dentin adalah jaringan keras yang berwarna kekuningan di bawah email dan sementum dan menyusun bagian dalam setiap mahkota serta akar gigi, dan meluas dari rongga pulpa pada bagian tengah gigi keluar ke arah permukaan dalam email (pada mahkota) atau sementum (pada akar). Dentin yang matang terdiri atas 70% kalsium hidroksiapatit, 18% bahan organik (serabut kolagen) dan 12% air, menyebabkannya lebih keras dari sementum tetapi lebih lunak dan sedikit lebih mudah rusak daripada email.¹⁶

Gambaran khas dari dentin adalah tubulus dentin yang dibentuk oleh odontoblas. Jaringan ini tidak memiliki sel, dan terkalsifikasi yang disebut *orthodentin*. *Matriks ortodentin* terkalsifikasi menjadi tipe dentin tertentu dipengaruhi oleh lokasi, komposisi matriks, struktur dan pola perkembangannya. Tubulus dentin berisi prosesus odontoblas sebagai penghubung langsung ke pulpa. Diameter tubulus dentin menurun dari 2.5 μm pada sisi pulpa, menjadi 0.8 μm pada *dentino enamel junction* (DEJ).

Demikian juga jumlah tubulus dentin menurun dari kira-kira 45.000 per mm² di dekat pulpa, menjadi kira-kira 20.000 per mm² di dekat DEJ. Tubulus dentin menyebar dari pulpa melalui seluruh ketebalan dentin sehingga dentin mempunyai sifat permeabilitas tinggi.¹²

2.2 *Smear Layer*

Instrumentasi saluran akar menghasilkan lapisan bahan organik dan anorganik yang disebut *smear layer* yang mungkin juga mengandung bakteri dan produk sampingannya.⁶ *Smear layer* didefinisikan sebagai debris yang termineralisasi sebagai hasil dari reduksi atau instrumentasi email, dentin, serta sementum. Ketebalan *smear layer* berkisar antara 1-5µm. Debris organik yang terdapat pada *smear layer* dapat mensubstitusi substrat untuk pertanaman bakteri, menghalangi adaptasi dan penetrasi sealer ke dalam tubuli dentin dan dapat menyebabkan *microleakage* pada daerah sepertiga apikal saluran akar. Keberadaan *smear layer* juga dapat mengganggu kemampuan dan efektivitas larutan irigasi dan bahan disinfeksi saluran akar.⁹

Smear layer yang terdapat pada saluran akar pada saat perawatan endodontik penting untuk dibersihkan karena beberapa hal yaitu memiliki ketebalan dan volume yang tidak dapat diprediksi karena sebagian besar terdiri dari air, mengandung bakteri, produk sampingannya dan jaringan nekrotik. Bakteri dapat bertahan hidup dan berkembang biak ke dalam tubulus dentin yang dapat berfungsi sebagai *reservoir* iritan mikroba. *Smear layer* dapat membatasi penetrasi optimal agen desinfektan, menghalangi

perlekatan antara bahan pengisi dan dinding saluran dan jalur potensial untuk kontaminan bakteri antara bahan pengisi saluran akar dan dinding dentin.⁶

Bahan yang bisa digunakan untuk membuang *smear layer* adalah bahan yang bersifat asam dan agen kelasi. Melarutkan *smear layer* secara sempurna akan membuka tubulus dentin dan secara bermakna meningkatkan permeabilitas dentin.¹⁷

2.3 Larutan Irigasi Saluran Akar

Irigasi saluran akar merupakan tahapan penting dalam menunjang keberhasilan perawatan saluran akar, karena tujuan irigasi memudahkan pengeluaran jaringan nekrotik, mikroorganisme dan serpihan dentin dari saluran akar terinfeksi dengan aksi bilasan larutan irigasi. Hal ini merupakan salah satu dari prinsip perawatan endodontik, yaitu *triad endodontic treatment*. Disamping itu, larutan irigasi juga membilas serta melarutkan timbunan endapan jaringan keras maupun jaringan lunak terinfeksi di bagian apikal dan jaringan periapikal.⁹

Larutan irigasi yang ideal seyogyanya memiliki efek antibakteri dengan spektrum yang luas, tidak toksik, mampu melarutkan sisa jaringan pulpa nekrotik, mencegah terbentuknya *smear layer* selama preparasi saluran akar atau mampu melarutkannya segera setelah terbentuk. Akan tetapi dari berbagai penelitian yang telah dilakukan, belum ada senyawa larutan irigasi yang dapat memenuhi kriteria yang ideal tersebut. Sebaliknya, penelitian menunjukkan penggunaan kombinasi dari larutan irigasi tertentu dapat meningkatkan efektivitas larutan irigasi dan mendukung keberhasilan

perawatan. Oleh sebab itu, pemilihan larutan irigasi memerlukan pengetahuan dan pemahaman yang baik terhadap sifat-sifat dari berbagai larutan irigasi. Disamping itu metode irigasi yang tepat dan pengetahuan mengenai macam mikroorganisme yang berperan dalam proses infeksi saluran akar, turut menunjang efektivitas larutan irigasi.¹⁰

Fungsi lain larutan irigasi yaitu membersihkan debris hasil preparasi dari saluran akar agar tidak tertimbun pada ujung apikal saluran akar, sebagai pelumas pada permukaan saluran akar karena instrumen preparasi tidak akan bekerja dengan baik dan akan mudah patah jika saluran akar kering. Larutan irigasi berperan sebagai pelarut jaringan nekrotik, sehingga dapat melarutkan debris, jaringan pulpa, dan mikroorganisme dari dinding dentin yang tidak rata. Kebanyakan larutan irigasi merupakan germisid, namun memiliki kemampuan antibakteri.²

Beberapa larutan irigasi saluran akar yang banyak digunakan adalah *ethylenediaminetetraacetic acid* (EDTA), *natrium hipochlorite* (NaOCl) dan *chlorhexidine* (CHX).

2.3.1 *Ethylenediaminetetraacetic acid* (EDTA)

Ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) merupakan agen kelasi yang awalnya digunakan pada perawatan endodontik oleh Nygaard-Þstby (1957) sebagai material yang membantu preparasi pada saluran akar yang sempit dan terkalsifikasi. Larutan EDTA memiliki efek demineralisasi yang kuat karena dapat melebarkan tubulus dentinalis, melemahkan dentin dan menyebabkan denaturasi pada fiber kolagen yang dapat berakibat adaptasi

dari bahan *sealer* terhadap dinding dentin menjadi terganggu. Bahan ini memiliki kemampuan menyingkirkan *smear layer* anorganik dengan cara mendemineralisasi jaringan anorganik.¹⁷

Ethylenediaminetetraacetic Acid juga berperan sebagai pelumas, *emulsifier*, membantu preparasi saluran akar dengan memperlebar saluran akar yang sempit dan yang memiliki dekalsifikasi.² Mekanisme EDTA dalam mengeliminasi jaringan anorganik merupakan demineralisasi jaringan anorganik sehingga terlarut dalam larutan irigasi. Bahan ini bereaksi dengan jaringan anorganik dan menggantikan ion kalsium dengan ion natrium sehingga membentuk senyawa yang dapat terlarut dalam larutan irigasi. Lamanya waktu aplikasi harus dikendalikan dengan baik agar tidak terjadi demineralisasi pada dentin saluran akar yang dapat melemahkan struktur akar gigi. Waktu aplikasi yang dianjurkan adalah 1 menit.¹⁸

Pada dentin saluran akar, EDTA bereaksi dengan Ca^{2+} pada kristal apatit dan menyebabkan mikrostruktur dentin berubah melalui perubahan rasio $\text{Ca}^{2+} : \text{PO}_4$ dan menyebabkan penurunan jumlah Ca^{2+} di saluran akar dentin. EDTA 15% mampu mengurangi lebih banyak Ca^{2+} dari 10% asam sitrat.³

Selain EDTA larutan irigasi lain yang sering digunakan adalah sodium hipoklorit (NaOCl) dan klorheksidin (CHX). NaOCl biasa digunakan pada konsentrasi 0,5% sampai 6%, namun pada konsentrasi 2,5% bahan ini memiliki efek antibakteri serta kemampuan yang cukup dalam melarutkan jaringan nekrotik dan komponen organik dari *smear layer* yang terdapat

dalam saluran akar.^{19,20} Larutan irigasi lain yaitu klorheksidin mempunyai efek substantivitas sehingga bahan ini mempunyai efek antimikrobia yang terus menerus dan durasi efek yang lebih panjang 72 jam hingga 21 hari, yang mampu membunuh bakteri yang berpenetrasi hingga 382 mikron dalam tubulus. Hal ini disebabkan oleh sifat kationik klorheksidin yang dapat berikatan dengan dentin dan email gigi.^{10,21}

Larutan irigasi EDTA dapat ditemukan dalam bentuk pasta, akan tetapi kurang efektif dalam menghilangkan *smear layer* dan dalam mengurangi tekanan yang timbul selama instrumentasi dengan alat putar Ni-Ti.¹⁰

2.4 Nanopartikel

Dewasa ini aplikasi nanoteknologi sangat luas sekali termasuk aplikasi dalam bidang kesehatan yang mencakup penghantar obat, implant medis, serta dalam bidang kosmetik. Penghantar obat dengan menggunakan nanopartikel akan menyebabkan obat lebih mudah menyebar dalam darah dan cepat memberikan efek, dan nanopartikel yang sering digunakan sebagai penghantar obat dan tidak berbahaya bagi tubuh manusia.

Nanoteknologi merupakan salah satu upaya rekayasa teknologi dengan cara menciptakan dan memodifikasi suatu material, struktur fungsional hingga didapat ukuran nanometer dengan adanya peningkatan daya guna dan efektivitas suatu material.²²

Nanopartikel merupakan bahan dengan ukuran partikel 1-100 nm atau lebih kecil. Ukurannya yang relatif kecil memberikan keuntungan karena memiliki luas permukaan yang lebih besar dan reaktivitas yang lebih tinggi.

Aplikasi teknologi nano dalam bidang kesehatan memiliki berbagai keunggulan, antara lain dapat meningkatkan kelarutan senyawa, meningkatkan absorpsi, dan meningkatkan penetrasi zat aktif. Kelebihan lainnya yaitu dapat menembus ruang antar sel yang hanya dapat ditembus oleh ukuran partikel koloid.^{14,23}

Nanopartikel memiliki sifat fisik dan kimia yang berbeda dengan partikel berukuran besar lainnya. Hal ini disebabkan karena semakin kecil ukuran maka reaktivitasnya semakin besar. Pengurangan atau pengecilan ukuran partikel akan meningkatkan luas permukaan sehingga akan meningkatkan penguraian partikel yang menyebabkan kelarutannya meningkat. Dikarenakan karakternya yang sangat spesifik, maka dari itu manfaat partikel yang berukuran nano lebih baik dibandingkan dalam bentuk *bulk*.^{15,24,25}

2.5 Tanaman Kelor

Tanaman kelor (*Moringa oleifera*) merupakan tanaman perdu yang banyak tumbuh di daerah tropis dan sub tropis. Kelor (*Moringa oleifera*) di Indonesia tersebar di seluruh daerah dan merupakan tanaman yang dapat dimanfaatkan dalam banyak hal.

2.5.1 Morfologi

Kelor termasuk jenis tanaman perdu berumur panjang berupa semak atau pohon dengan ketinggian 7-12 meter. Batangnya berkayu, tegak, berwarna putih kotor, berkulit tipis dan mudah patah. Cabangnya jarang dengan arah percabangan tegak atau miring serta cenderung tumbuh lurus dan

memanjang. Kelor merupakan tanaman yang berumur panjang dan berbunga sepanjang tahun. Bunga kelor ada yang berwarna putih, putih kekuningan atau merah, tergantung jenis atau spesiesnya. Daun kelor berbentuk bulat telur dengan tepi daun rata dan ukurannya kecil-kecil bersusun majemuk dalam satu tangkai panjang, tersusun berseling, beranak daun gasal, helai daun saat muda berwarna hijau muda - setelah dewasa hijau tua, bentuk helai daun bulat telur, panjang 1 - 2 cm, lebar 1 - 2 cm, tipis lemas, ujung dan pangkal tumpul, tepi rata, susunan pertulangan menyirip, permukaan atas dan bawah halus. Buah kelor berbentuk panjang dan segitiga dengan panjang sekitar 20-60 cm, berwarna hijau ketika masih muda dan berubah menjadi coklat ketika tua.^{26,27}



Gambar 2.1 Daun kelor²⁸

Sumber: Hendarto D. Khasiat Jitu Daun Kelor dan Sirih Merah Tumpas Penyakit. Yogyakarta: Laksana, 2019; 8.

Taksonomi²⁷

Berdasarkan sistematika taksonomi tumbuhan, tanaman kelor (*Moringa oleifera*) diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom: *Plantae*

Sub Kingdom: *Tracheobionta*

Super Divisi: *Spermatophyta*

Kelas: *Magnoliopsida*

Sub Kelas: *Dilleniidae*

Ordo: *Capparales*

Famili: *Moringaceae*

Spesies: *Moringa oleifera* Lam

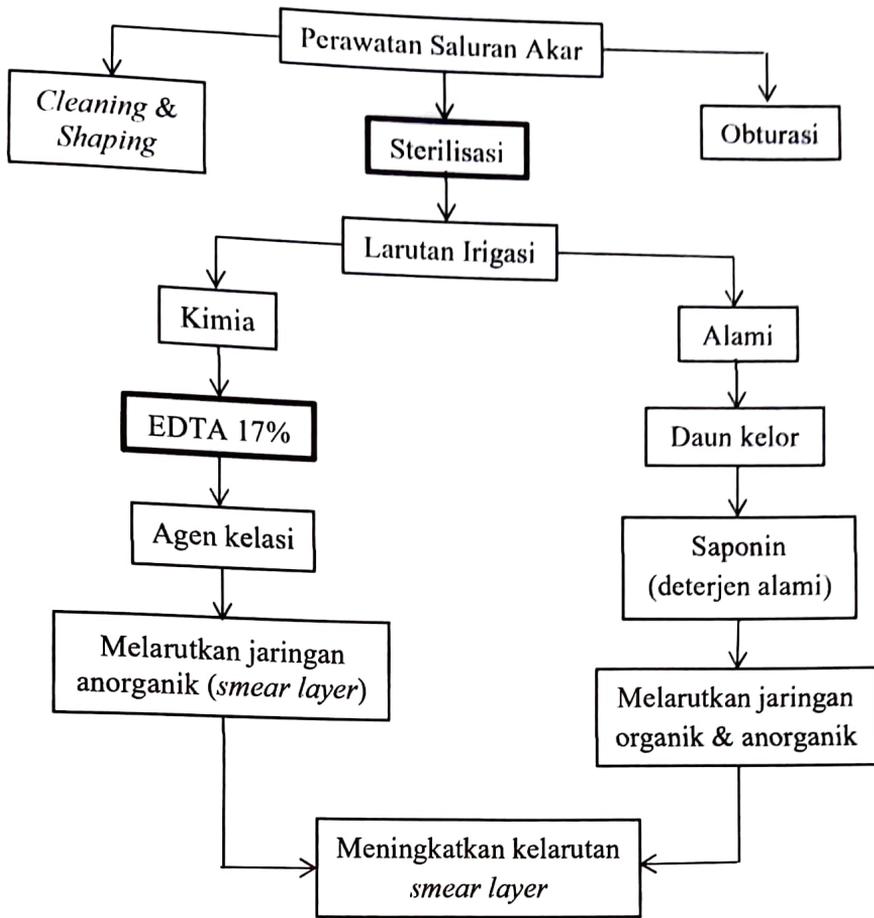
2.5.2 Kandungan

Kelor (*Moringa oleifera*) merupakan tanaman dengan banyak nutrisi. Salah satu yang paling menonjol dari tanaman ini adalah kandungan antioksidan, terutama pada bagian daun. Berdasarkan uji fitokimia, daun kelor mengandung tannin, steroid dan triterpenoid, flavonoid, saponin, antarquinon dan alkaloid dimana semuanya merupakan antioksidan. Menurut hasil penelitian, daun kelor segar memiliki kekuatan antioksidan 7 kali lebih banyak dibandingkan vitamin C.²⁹

Saponin merupakan surfaktan dan sering disebut deterjen alam yang bermanfaat sebagai bahan pembersih dan memiliki sifat-sifat antiseptik. Saponin secara luas telah dikembangkan di bidang industry serta diaplikasikan berdasarkan sifatnya sebagai surfaktan dan sebagai *foaming agent*. Bahan ini dapat digunakan dalam pembuatan sampo, detergen cair, dan pasta gigi.⁷ Memiliki karakteristik berupa buih, sehingga ketika direaksikan dengan air dan dikocok, maka akan terbentuk buih yang dapat bertahan lama. Peneliti lain mengemukakan bahwa saponin dalam ekstrak buah lerak 0,01% dapat menjadi bahan alternatif untuk menghilangkan *smear layer*.³⁰

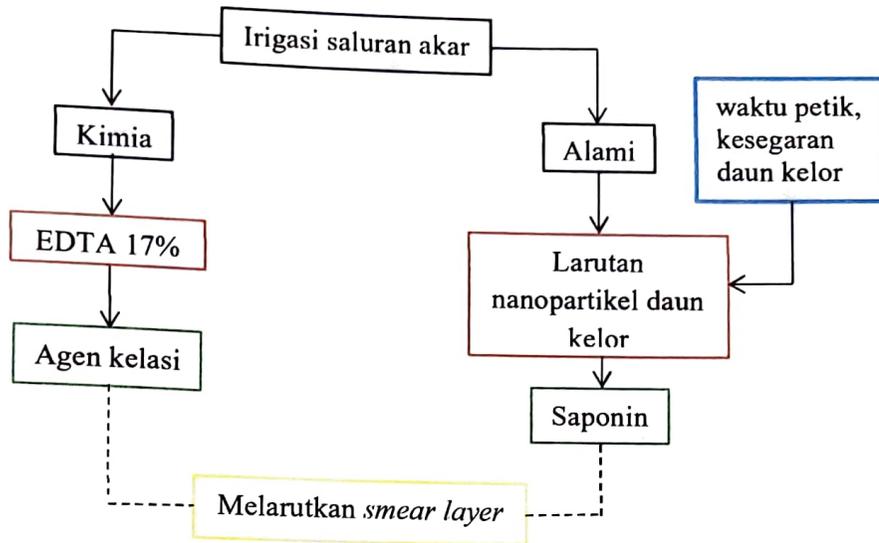
Saponin memiliki rantai hidrokarbon panjang dengan ujung ion, yaitu gugus hidrofilik bersifat polar sehingga mudah bersenyawa dengan air, sedangkan gugus hidrofobik bersifat non polar sehingga mudah bersenyawa dengan minyak. Gugus polar dalam surfaktan menyebabkan molekul surfaktan mudah diabsorpsi oleh air, sehingga tegangan permukaan air menjadi lebih rendah dan air dapat dengan mudah membasahi dinding permukaan saluran akar sehingga debris akan mudah terlepas dari dinding saluran akar. Tegangan permukaan air yang turun mengakibatkan debris mudah terdispersi dalam air dan membentuk emulsi yang stabil. Sedangkan gugus non polar akan berfungsi membelah molekul debris menjadi partikel yang lebih kecil sehingga mudah membentuk emulsi dan mudah dipisahkan dari dinding saluran akar. Aliran *back and forth* atau mekanisme *flushing* dari tindakan irigasi menyebabkan debris yang sudah membentuk emulsi akan mengalir keluar bersama dengan larutan irigasi.⁷

2.7 Kerangka Teori



Gambar 2.2 Skema kerangka teori

2.8 Kerangka Konsep



Keterangan:

Variabel independen:

Variable dependen:

Variable antara:

Variabel kendali:

Gambar 2.3 Skema kerangka konsep

2.9 Hipotesis

Larutan nanopartikel daun kelor (*Moringa oleifera*) dengan konsentrasi tertentu efektif membersihkan *smear layer* pada dentin saluran akar.

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian adalah eksperimental laboratorium.

3.2 Desain Penelitian

Desain penelitian adalah *posttest control with group design*

3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian

3.3.1 Lokasi Penelitian

1. Pembuatan larutan nanopartikel daun kelor dilakukan di Laboratorium Mikrostruktur Fakultas Fisika Universitas Negeri Makassar.
2. Persiapan sampel berupa preparasi dan irigasi sampel dilakukan di Laboratorium Konservasi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin.
3. Evaluasi kebersihan *smear layer* pada tubulus dentin saluran akar dengan menggunakan *scanning electron microscope* (SEM) dilakukan di Laboratorium Fakultas Teknik Geologi Universitas Hasanuddin.

3.3.2 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret 2021 - Oktober 2021.

3.4 Variabel Penelitian

3.4.1 Variabel independen

EDTA (*ethylenediaminetetraacetic acid*)

Larutan Nanopartikel daun kelor (*Moringa oleifera*)