

**Evaluasi Perubahan Struktur Dentin Saluran Akar Setelah
Aplikasi Ekstrak Daun Kelor (*Moringa Oleifera*)
Sebagai Alternatif Agen Kelator**

**Evaluation Of Root Canal Dentin Structure After Application
Moringa oleifera Leaves Extract
As An Alternative Chelating Agent**



TESIS

Aisyah Pertiwi Utami

J025 18 1007

**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER GIGI SPESIALIS
PROGRAM STUDI KONDERVASI GIGI
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021**

**Evaluasi Perubahan Struktur Dentin Saluran Akar Setelah
Aplikasi Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera*)
Sebagai Alternatif Agen Kelator**

**Evaluation Of Root Canal Dentin Structure After Application
Moringa oleifera Leaves Extract
As An Alternative Chelating Agent**

TESIS

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar Profesi Spesialis
Bidang Ilmu Konservasi Gigi**

Disusun dan Diajukan Oleh

**AISYAH PERTIWI UTAMI
J025181001**

PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER GIGI SPESIALIS

PROGRAM STUDI KONSERVASI GIGI

FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI

UNIVERSITAS HASANUDDIN

2021

PENGESAHAN TESIS

**EVALUASI PERUBAHAN STRUKTUR DENTIN SALURAN AKAR
SETELAH APLIKASI EKSTRAK DAUN KELOR (*Moringa oleifera*)
SEBAGAI ALTERNATIF AGEN KELATOR**

Diajukan Oleh:

Aisyah Pertiwi Utami

J025181007

Telah disetujui

Makassar, 28 April 2021

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. drg. Juni Jekti Nugroho, Sp.KG(K)

drg. Christine A. Rovani, Sp.KG(K)

NIP. 19710625 200501 2 001

NIP. 19800901 200812 2 002

**Ketua Program Studi Pendidikan
Dokter Gigi Spesialis Konservasi
Gigi**

**Dekan Fakultas Kedokteran Gigi
Universitas Hasanuddin**



drg. Nurhayati Natsir, Ph.D, Sp.KG(K)

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

NIP. 19640518 199103 2 001

NIP. 19730702 200112 1 001

TELAH DIUJI OLEH PANITIA PENGUJI TESIS

PADA TANGGAL 22 FEBRUARI 2021

PANITIA PENGUJI TESIS

Ketua : Dr. drg. Juni Jekti Nugroho, Sp.KG(K)

Anggota : drg. Christine A. Rovani, Sp.KG(K)

drg. Nurhayaty Natsir, Ph.D, Sp.KG(K)

DR. drg. Andi Sumidarti, MS

Dr. drg. Aries Chandra Trilaksana, Sp.KG(K)

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Pendidikan Dokter Gigi Spesialis Konservasi Gigi



drg. Nurhayaty Natsir, Ph.D, Sp.KG(K)

NIP. 19640518 199103 2 001

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Aisyah Pertiwi Utami
Nomor Mahasiswa : J025181007
Program Studi : Program Pendidikan Dokter Gigi Spesialis bidang studi konservasi gigi

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa tesis yang saya tulis ini benar- benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 28 April 2021

Yang Menyatakan



Aisyah Pertiwi Utami

KATA PENGANTAR



Assalamuualaikum Warahmatullahi Wabaraakatuh

Alhamdulillahirobbil'alamin, Puji dan syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT, karena atas berkat, rahmat, dan hidayah –Nya lah penulis bisa mencapai tahap ini. Sholawat dan salam senantiasa tercurahkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW yang telah membawa risalah Islam yang penuh dengan ilmu pengetahuan, sehingga dapat menjadi bekal hidup kita baik di dunia maupun di akhirat kelak. Rasa syukur tak henti-hentinya penulis panjatkan kepada Allah SWT atas terselesaikannya laporan tesis ini yang berjudul “Evaluasi Perubahan Struktur Dentin Saluran Akar setelah Aplikasi Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera*) Sebagai Alternatif Agen Kelator”, penulis menyadari tidak mudah untuk menyelesaikan tesis ini, banyak hambatan dalam penyusunannya dikarenakan keterbatasan kemampuan penulis, penulis juga memohon maaf atas segala kekurangan dari tesis ini yang jauh dari kata sempurna.

Penulis juga menyampaikan rasa hormat dan menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya, kepada :

- Dr. drg. Juni Jekti Nugroho, Sp.KG(K) selaku pembimbing I dan drg. Christine A. Rovani, Sp.KG(K) selaku pembimbing II atas bimbingan, arahan, dan waktu yang telah diluangkan

kepada penulis untuk berdiskusi selama proses pengerjaan tesis

- DR. drg. Andi Sumidarti, MS, drg. Nurhayaty Natsir, Ph.D, Sp.KG(K), dan Dr. drg. Aries Chandra Trilaksana, Sp.KG(K) yang telah memberikan masukan dan saran pada saat seminar proposal dan seminar hasil tesis
- Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin drg. Muhammad Ruslin, M.Kes, Ph.D, Sp.BM(K) dan istri dr. Nilla Mayasari, M.Kes, Sp.KFR atas arahan dan bimbingan kepada penulis.
- Sembah sujud penulis haturkan kepada kedua orang tua penulis Ayahanda Drs.Arief Bahar dan ibunda Murniati serta saudara-saudara penulis yang tak henti-hentinya mendoakan penulis agar penulis selalu diberi kesehatan dan kemudahan, memberi dukungan, nasehat, arahan dan motivasi selama masa pendidikan.
- Semua pihak yang telah membantu yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

ABSTRAK

AISYAH PERTIWI UTAMI. Evaluasi Perubahan Struktur Dentin Saluran Akar Setelah Aplikasi Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera*) Sebagai Alternatif Agen Kelator.

(Dibimbing oleh **Juni Jekti Nugroho** dan **Christine A. Rovani**)

Tujuan penelitian ini untuk menilai perubahan struktur dentin saluran akar setelah aplikasi ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) dengan konsentrasi 3% dan 10%.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratoris dengan desain *post test only group*. Ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) dibuat dengan pelarut etanol 96%. Sampel menggunakan gigi utuh berakar tunggal dan apeks telah terbentuk sempurna. Sampel dipreparasi serta diirigasi, kemudian saluran akar direndam menggunakan empat larutan yang dibagi menjadi empat kelompok. Kelompok I aquades, kelompok II *Moringa oleifera* 3%, kelompok III *Moringa oleifera* 10%, dan kelompok IV EDTA 17%. Seluruh sampel dipotong berdasarkan dimensi sagital arah bukalatal gigi kemudian diamati menggunakan CLSM. Setelah itu sampel digerus dan dilakukan pengamatan kalsium menggunakan XRD

Hasil pengolahan data menggunakan SPSS, mendapati hasil adanya perbedaan yang signifikan jumlah kalsium antara kelompok larutan ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) 3% dan 10% terhadap kelompok larutan aquades.

Kata kunci: XRD, CLSM, kalsium, ekstrak daun kelor

ABSTRACT

AISYAH PERTIWI UTAMI. *Evaluation Of Root Canal Dentin Structure After Application Moringa oleifera Leaves Extract As An Alternative Chelating Agent*

(Supervised by **Juni Jekti Nugroho** and **Christine A. Rovani**)

The aim of this study was to assess the root canal dentin structure after application of Moringa oleifera leaf extract with concentrations of 3% and 10%.

This study was a laboratory experimental study with a post test only group design. Moringa oleifera leaf extract was prepared using 96% ethanol as solvent. The sample used a single rooted intact tooth and the apex was completely formed. The samples were prepared and irrigated, then the root canals were soaked using four solutions which were divided into four groups. Group I aquadest, group II Moringa oleifera 3%, group III Moringa oleifera 10%, and group IV EDTA 17%. All samples were cut based on the buccopalatal sagittal dimensions of the teeth and then observed using CLSM. After that the sample was crushed and the calcium was observed using XRD

The results of data processing using SPSS, found that there was a significant difference in the amount of calcium between the 3% Moringa oleifera leaf extract solution group and the aquades solution group.

Keyword : XRD, CLSM, Calcium, Moringa oleifera extract

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PRASYARAT GELAR	ii
PENGESAHAN TESIS	iii
PENETAPAN PANITIA PENGUJI	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR SINGKATAN	xv

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	4
1.2 Rumusan Masalah.....	6
1.3 Tujuan Penelitian.....	7
1.4 Manfaat Penelitian	7

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Dentin Saluran Akar	8
2.2. <i>Cleaning and shaping</i>	12

	2.2.1. Mekanisme.....	12
	2.2.2. Kimia	13
2.3.	Agen Kelator.....	14
	2.3.1. Kalsium.....	16
	2.3.2. Erosi Dentin.....	17
2.4.	Daun Kelor	18
2.5.	Kerangka Teori.....	21
2.6.	Kerangka Konsep	22
2.7.	Hipotesa Penelitian.....	23
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	
3.1.	Rancangan Penelitian.....	23
3.2.	Waktu dan Lokasi Penelitian	23
3.3.	Sampel Penelitian	24
3.4.	Variabel Penelitian.....	25
3.5.	Definisi Operasional	26
3.6.	Alat dan Bahan	26
3.7.	Prosedur Penelitian.....	28
3.8.	Analisis Data.....	30
3.9.	Alur Penelitian.....	32
BAB IV	HASIL PENELITIAN.....	33
BAB V	PEMBAHASAN.....	42
BAB VI	PENUTUP	
6.1.	Kesimpulan.....	47
6.2.	Saran	47

DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN REKOMENDASI ETIK.....	54
LAMPIRAN DOKUMENTASI	55
LAMPIRAN HASIL ANALISIS	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	cross-sectional gigi premolar	9
Gambar 2.2	Reparatif dentin dan kalsifikasi saluran akar	11
Gambar 2.3	Daun <i>Moringa oleifera</i>	18
Gambar 4.1	Perubahan Ca ²⁺ dari masing-masing larutan uji	35
Gambar 4.2	Gambaran CLSM setelah aplikasi larutan uji	40
Gambar 4.3	Gambaran tubulus dentinalis setelah aplikasi larutan.....	41

DAFTAR TABEL

Tabel 1	Perbedaan rerata jumlah kalsium (Ca^{2+}) pada tiap kelompok larutan uji	34
Tabel 2	Perbandingan jumlah kalsium (Ca^{2+}) aquades, ekstrak daun kelor 3%, ekstrak daun kelor 10%, dan EDTA 17%	37

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Keterangan
NaOCl	Sodium Hipoklorit
CLSM	<i>Confocal Laser Scanning Microscope</i>
EDTA	<i>Ethylenediamine Tetra Acetic Acid</i>
CHX	<i>Chlorhexidine</i>
XRD	<i>X-Ray Powder Diffraction</i>
Ca ²⁺	Kalsium

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknik aseptik, debridemen, drainase, dan perawatan struktur gigi yang tersisa secara adekuat, baik menggunakan instrumen maupun melalui bahan medikamen, adalah prinsip utama perawatan endodontik. Preparasi saluran akar dilakukan dengan menggunakan instrumen endodontik yang bertujuan untuk mengangkat jaringan pulpa yang terinflamasi ataupun jaringan nekrotik dari saluran akar dan diselingi dengan pembersihan saluran akar secara kimiawi menggunakan larutan irigasi. Larutan irigasi membawa sejumlah bakteri keluar dari sistem saluran akar dan mengontrol keadaan patologis periapikal. (Alharbi *et al.* 2018; Souza *et al.* 2019; Topbas *et al.* 2017)

Namun, prosedur irigasi saluran akar yang optimal mungkin sulit untuk dicapai jika ruang pulpa mengalami obstruksi, sempit atau terkalsifikasi. Keadaan ini dapat menutup akses ke sistem saluran akar sehingga menyulitkan preparasi, desinfeksi, dan obturasi. (Majid *et al.* 2015; Sardhara *et al.* 2016)

Tahapan preparasi pada sistem saluran akar yang sempit ataupun obstruksi menjadi tantangan bagi para klinisi karena selain sulit untuk dijajaki, negosiasi alur ruang pulpa membutuhkan waktu yang sangat lama. Selain itu, kondisi ini menghasilkan risiko perforasi atau *ledge* yang lebih tinggi. Penambahan agen kelator dengan pelarut jaringan dipercaya membantu mengatasi kesulitan preparasi

saluran akar dengan efek minimal pada jaringan periapikal. (Majid *et al.* 2015; Kumar *et al.* 2016)

Akan tetapi, pengaruh agen kelator pada kekuatan dan perubahan struktur dentin menjadi bahan diskusi penting. Bahan ini meningkatkan risiko perubahan komposisi kimia dentin, yang dapat menyebabkan erosi dan penurunan kekerasan mikro dentin. Beberapa agen kelator mampu bereaksi dengan ion kalsium dalam dentin menghasilkan kelasi kalsium, dan menyebabkan dekalsifikasi struktur dentin. (Baldaso *et al.* 2017; Wang *et al.* 2016)

Penggunaan kombinasi dari larutan irigasi dan agen kelator diketahui mampu meningkatkan pembersihan *smear layer* serta menghasilkan perubahan struktur hingga melunakkan dentin akar. Meskipun, perubahan tersebut bisa saja berpengaruh negatif pada komposisi kimia dan struktur dentin. Diketahui bahwa regimen ini bekerja hingga mencapai lapisan anorganik dentin dan dengan demikian menyebabkan perubahan struktur dan erosi dentin saluran akar. Terdapat penelitian yang menunjukkan bahwa perubahan ini dapat meningkatkan kerentanan terhadap fraktur gigi. (Pedro *et al.* 2016; Bestawy *et al.* 2016)

Banyak uji klinis terkontrol dan studi farmakologi telah mengenali potensi senyawa bioaktif pada tanaman. Biodegradabilitas, nontoksisitas, dan efektivitas biaya telah membuat bahan herbal sebagai agen terapeutik yang populer, yang menjadi dasar kebutuhan untuk mengeksplorasi, memahami, dan mengekstrapolasi implikasinya dalam praktik kedokteran gigi. Sampai saat ini, belum ada agen kelator alami yang dapat digunakan untuk melarutkan *smear layer*, dalam hal ini komponen anorganik hasil preparasi, secara keseluruhan. Penggunaan bahan alam

yang berpotensi sebagai alternatif agen kelator dentin saluran akar terus dikembangkan dan diharapkan memiliki khasiat lebih baik dan lebih biokompatibel sehingga dapat digunakan secara klinis. Salah satu bahan alam yang dapat dikembangkan adalah ekstrak daun kelor (Vishnuvardhini *et al.* 2018, Susanto *et al.* 2019, Ranjitha *et al.* 2020).

Uji fitokimia ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) mengandung zat aktif asam fenolik yang dihubungkan dengan kemampuan membersihkan *smear layer* serta sebagai agen kelator. Ekstrak daun kelor juga telah teruji memiliki sifat antibakteri dan antioksidan yang signifikan. (Paikra *et al.* 2017; Mathew *et al.* 2014). Saat ini belum ada penelitian yang menguji potensi aksi kelasi ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) pada konsentrasi tertentu pada dentin saluran akar sehingga perlu dilakukan penelitian tentang hal ini.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan, maka dirumuskan masalah sebagai berikut:

Bagaimana potensi ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) dalam menghasilkan perubahan struktur dentin saluran akar?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan Umum

Menilai perubahan struktur dentin saluran akar setelah aplikasi ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*)

Tujuan Khusus

Menilai perubahan struktur dentin saluran akar setelah aplikasi ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) pada konsentrasi tertentu

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat Umum

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan potensi ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) sebagai alternatif agen kelator terhadap perubahan dentin saluran akar.

Manfaat Khusus

Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan dasar penelitian lanjutan mengenai potensi ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) sebagai alternatif bahan dalam bidang endodontik.

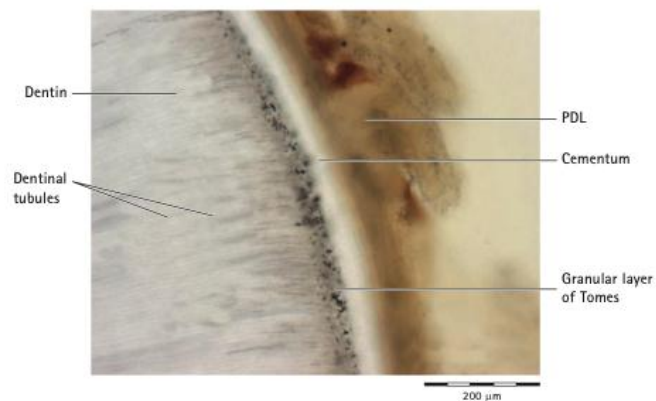
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Dentin Saluran Akar

Secara fisiologis dan anatomis, dentin memiliki struktur yang kompleks dan merupakan bagian terbesar dari struktur gigi secara keseluruhan. Dentin terbentuk bersamaan dengan email melalui proses mineralisasi matriks protein yang sedikit berbeda. Perbedaan tersebut ditandai dengan adanya kolagen yang disekresi oleh odontoblas dari jaringan mesenkim. Meskipun mirip dengan tulang dalam hal unsur elemen utamanya, dentin memiliki struktur unik yang terdiri dari tubulus dentinalis yang berjalan dari arah pulpa dan dikelilingi oleh serat kolagen yang termineralisasi. (Peters *et al.* 2008; Tjäderhane *et al.* 2012)

Dentin terdiri dari 70% bahan inorganik dan 20% organik. Struktur inorganiknya terdiri dari kristal apatit, yang serupa dengan kolagen pada tulang, tetapi dengan sifat fisik berbeda karena adanya tubulus dentinalis. Area perifer setiap tubulus dentinalis, dentin peritubular, lebih termineralisasi dibandingkan dentin intertubular. Tidak seperti tulang, dentin tidak mengandung pembuluh darah, serta osteoklas ataupun sejenisnya. Jaringan ini dianggap vital dan secara biologis bersifat reaktif karena berkaitan erat dengan adanya odontoblas dan prosesus seluler dalam tubulus dentinalis. (Goldberg *et al.* 2012; Kaidonis *et al.* 2016)



Gambar 2.1. Gambaran *cross-sectional* gigi premolar dengan magnifikasi tinggi. Memperlihatkan tubulus dentinalis dengan jelas. Sumber: Krishna *et al.* Grossman's Endodontic Practice. 13th ed. New Delhi: Wolter Kluwer. 2014.

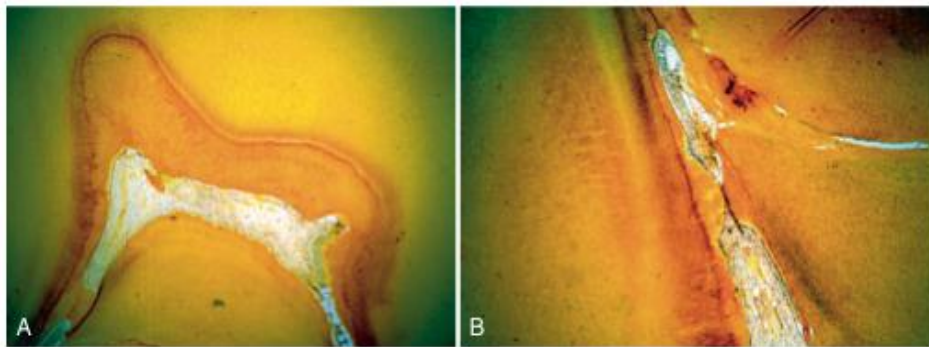
Circumpulpal dentin membentuk bagian terbesar dari lapisan dentin. Bagian prominen dari *circumpulpal* dentin dibentuk oleh intertubular dentin, sedangkan peritubular dentin ditemukan di sekitar lumen tubulus. Kolagen tipe I adalah protein utama dari intertubular dentin (90%), sedangkan kolagen fibril tidak terdapat pada dentin peritubular. (Giudice *et al.* 2015; Li *et al.* 2018)

Intertubular dentin dihasilkan dari perubahan yang terjadi antara predentin non-mineralisasi yang dinamis. Pembentukan dentin intertubular menghasilkan tiga lapisan yang unik. Secara anatomis, pembentukan dentin intertubular menghasilkan tiga lapisan unik yaitu (1). stratum seluler (badan sel odontoblas dan sel Höehl, terletak di pinggiran pulpa), (2). lapisan predentin imatur, dengan ketebalan konstan 15-20 mikrometer, dan (3). dentin yang termineralisasi. Jaringan ini mirip dengan jaringan tulang, yang juga terbagi tiga yaitu: osteoblas, osteoid dan tulang. Pengamatan ini dapat menjelaskan kemiripan antara tulang dan dentin. Namun, keduanya tetap memiliki ciri khas masing-masing. Misalnya, pembentukan tulang diikuti oleh *remodeling* yang konstan karena interaksi osteoklas-osteoblas, pengaruh hormonal dan

degradasi matriks metalloproteinase (MMP) dari protein matriks, sedangkan setelah pembentukannya, dentin adalah struktur yang cukup stabil. (Goldberg *et al.* 2012; Mjör *et al.* 2001)

Selanjutnya, dentin dimodifikasi oleh proses fisiologis, penuaan, dan penyakit yang menghasilkan berbagai bentuk dentin. Perubahan bentuk dentin ini mempengaruhi pemilihan restorasi serta tahapan perawatan endodontik. Beberapa variasi tersebut termasuk dentin primer, sekunder, reparatif atau tersier, sklerotik, karies, demineralisasi, remineralisasi, dan hipermineralisasi. Kondisi ini mencerminkan perubahan dalam komponen dasar struktur dentin sebagaimana didefinisikan oleh perubahan bentuk, ikatan, atau struktur kimia. (Krishna, 2014; Li *et al.* 2018)

Dentin sekunder terbentuk secara terus menerus sepanjang hidup. Akibatnya, baik ruang pulpa dan saluran akar menjadi lebih kecil, kadang-kadang hingga tidak dapat diinterpretasikan oleh gambaran radiografi. Dengan bertambahnya usia, terjadi perubahan struktur dentin peritubular hingga menutup tubulus dentinalis. Akibat proses ini, permeabilitas dentin berkurang, jumlah pembuluh darah pada jaringan pulpa menjadi berkurang, mengandung lebih sedikit serabut saraf dan kepadatan sel menurun sekitar 50%. Penurunan ini mempengaruhi semua sel, dari odontoblas yang sangat berdiferensiasi hingga *stem cell* yang tidak berdiferensiasi. Deposit dentin lambat dan bertahap tetapi meningkat setelah usia 35-40 tahun. (Johnson, 2009; Thomas *et al.* 2014)



Gambar 2.2. A. Formasi reparatif dentin dan reduksi ruang pulpa. B. Kalsifikasi saluran akar memperlihatkan gambaran menyempit dan menutup. Sumber: Hargreaves, Berman. 2011. Cohen`s Pathways of the Pulp. 11th ed. Elsevier: St. Louis, Missouri

Trauma pada gigi permanen dapat menyebabkan komplikasi klinis dan penatalaksanaannya merupakan tantangan bagi klinisi. *American Association of Endodontists* mendefinisikannya sebagai metamorfosis kalsifikasi, yaitu respon pulpa terhadap trauma yang ditandai dengan deposisi jaringan keras dengan cepat dalam ruang saluran akar. Proses ini juga dikenal sebagai obliterasi saluran akar, kalsifikasi distropik, kalsifikasi difus, dan hipermineralisasi. (Kumar *et al.* 2019; Johnson, 2009).

2.2 *Cleaning and Shaping*

Perawatan saluran akar membutuhkan pengetahuan yang cukup tentang anatomi dan variasi saluran akar, keahlian operator, kesabaran, dan armamentarium yang tepat untuk mencapai keberhasilan perawatan. Mengatasi obliterasi saluran akar merupakan tantangan bagi para klinisi. Meskipun negosiasi dan perawatan saluran akar yang terkalsifikasi tergolong sulit, kondisi ini dapat ditangani dengan mengikuti standar operasional yang tepat. (Hargreaves, 2011; Thomas *et al.* 2014)

2. 2. 1 Mekanis

Tujuan dari instrumentasi untuk menghilangkan semua jaringan organik nekrotik dan vital, termasuk jaringan keras seperti dentin sehingga menghasilkan saluran yang dapat memfasilitasi irigasi, debridemen dan penempatan medikamen, dan bahan pengisi saluran akar secara optimal. Secara biologis, instrumentasi bertujuan untuk mengeliminasi mikroorganisme pada sistem saluran akar nekrotik. Instrumentasi menghilangkan sejumlah besar mikroba dari bagian yang dapat diakses dari saluran akar utama dengan tindakan pembersihan mekanis langsung. (Peters *et al.* 2008; Hargreaves, 2011)

Tujuan mekanis yang ideal dari instrumentasi saluran akar adalah membentuk rongga saluran akar sehingga mendukung tahap debridemen. Kesalahan preparasi seperti deviasi, *apical transportation*, dan perforasi harus dihindari. Walaupun efek negatif dari preparasi saluran akar dan kesalahan prosedural lainnya mungkin tidak mempengaruhi probabilitas keberhasilan, tetapi dapat menghasilkan bagian-bagian sistem saluran akar menjadi tidak terakses. (Krishna, 2014; Peters *et al.* 2008)

Jika terjadi kalsifikasi, saluran akar tidak hanya sulit untuk ditemukan, tetapi negosiasi dan pembentukan alur preparasi membutuhkan waktu yang sangat lama. Obliterasi orifisium dapat diatasi dengan pengangkatan jaringan lunak dengan eksplorer endodontik yang tajam atau dengan bur bulat kecil kecepatan rendah. Jika proses ini belum menampakkan hasil yang signifikan maka perlu digunakan agen kelator. (Krishna, 2014; Majid *et al.* 2015)

2. 2. 2 Kimia

Selama instrumentasi saluran akar, bahan kimia digunakan sebagai irigasi dan pelumas untuk memfasilitasi pergerakan instrumen di dalam saluran akar, sehingga mengurangi tekanan mekanis dari instrumen saluran akar dan mencegah instrumen fraktur di saluran akar. (Nugroho *et al.* 2019)

Berbagai larutan irigasi telah direkomendasikan. Aliran air hangat yang dideposit melalui *syringe*, larutan saline, larutan 30% urea, larutan urea peroksida dalam gliserin, larutan kloramin, natrium hipoklorit, dan natrium hipoklorit yang dilanjutkan dengan EDTA hanya merupakan beberapa diantaranya. (Krishna, 2014)

Larutan irigasi harus memiliki sebagian besar syarat ideal seperti aktivitas antimikroba, secara mekanis membersihkan debris saluran akar, tidak beracun dan biokompatibel, melarutkan jaringan pulpa nekrotik dan vital, berfungsi sebagai pelumasan, menghilangkan *smear layer*, dan menurunkan tegangan permukaan. Namun, tidak ada larutan irigasi tersedia saat ini yang memiliki semua sifat ideal tersebut. Kombinasi penggunaan irigan dengan fungsi masing-masing adalah prosedur klinis yang direkomendasikan untuk menunjang keberhasilan perawatan endodontik. (Poggio *et al.* 2019; Tartari *et al.* 2018)

2. 3 Agen kelator

Istilah "chelate" berasal dari kata Yunani "chele" (cakar kepiting). Kelasi merupakan kompleks ion logam yang stabil dengan zat organik dalam ikatan berbentuk cincin. Stabilitas bahan ini adalah hasil dari ikatan antara

kelator, yang memiliki lebih dari satu pasangan elektron bebas, dan ion logam pusat. (Krishna, 2014.)

Kemampuan agen kelator untuk mengikat ion logam yang tidak aktif dimanfaatkan secara luas dalam dunia kedokteran. Agen kelator diperkenalkan dalam bidang endodontik sebagai bahan untuk membantu preparasi saluran akar yang sempit dan terkalsifikasi pada tahun 1957 oleh Nygaard-Otsby. Agen kelator bersifat mampu mengikat ion logam/metal untuk membentuk struktur kompleks sehingga mudah dikeluarkan dari tubuh baik melalui ruang intraseluler atau ekstraseluler (Heckendorff, 2003; Jiroungkoorskul *et al*, 2015)

Klinisi menggunakan larutan irigasi dan agen kelator untuk memfasilitasi instrumentasi sistem saluran akar dan mengangkat *smear layer*. Kombinasi ini menyebabkan deviasi saluran akar selama preparasi biomekanik. Agen kelator mempengaruhi rasio kalsium phosphorus sehingga meningkatkan kekasaran permukaan dan menurunkan kekerasan mikro yang berguna saat preparasi dentin saluran akar. (Bedir *et al*. 2017; Bhatnagar *et al*. 2006)

Efek kelator dimanfaatkan pada proses negosiasi saluran akar yang sempit, berliku, dan terkalsifikasi untuk mencapai patensi. Efek ini tergantung pada lebar saluran akar dan jumlah zat aktif yang tersedia, karena proses demineralisasi akan terus berlanjut hingga semua agen kelator berikatan dan membentuk kompleks dengan kalsium. (Hargreaves, 2011)

Agen kelator yang umum digunakan saat ini yaitu *Ethylenediaminetetraacetic Acid* (EDTA). EDTA diperkenalkan dalam praktek

endodontik oleh Nygaard-Østby. EDTA 17% relatif tidak bersifat toksik dan hanya menghasilkan iritasi ringan. Bahan ini sangat stabil, larut, memiliki efek kelator metal dalam kombinasi dengan metal kuat atau ion alkali. EDTA bekerja dengan membentuk larutan kalsium-kelasi dengan ion kalsium pada dentin hingga dentin yang terpapar menjadi lebih lunak dan mudah diinstrumentasi. EDTA telah digunakan sebagai larutan irigasi. Larutan ini menghilangkan komponen inorganik dalam *smear layer*. (Krishna, 2014; Roletto *et al.* 2019)

Agen kelator dapat dikombinasikan dengan lubrikan. Salah satu fungsi penambahan lubrikan membantu mengangkat debris dentin dan mencegah kompaksi apikal. Contoh produk yang digunakan biasanya terdiri dari glikol, urea peroksida, dan EDTA dalam basa khusus yang larut dalam air. Bahan ini juga telah diteliti dalam kaitannya dengan efek antibakteri. Tipe lain terdiri dari 19% EDTA dalam larutan kental yang larut dalam air. (Kumar *et al.* 2016; Johnson, 2009)

Kerugian dari senyawa EDTA ini dapat menonaktifkan NaOCl dengan mereduksi kandungan klorin serta adanya potensi toksisitas. Penambahan EDTA ke dalam bahan lubrikan belum terbukti efektif. (Johnson, 2009)

2. 3. 1 Kalsium

Peningkatan waktu aplikasi agen kelator akan menyebabkan peningkatan ion Ca^{2+} , kedalaman zona demineralisasi yang lebih besar, kekasaran permukaan dentin yang lebih banyak dengan menurunnya kekerasan mikro dentin, efek erosif yang lebih besar dan penurunan kekuatan ikatan antara

sealer resin dan dinding dentin. Penelitian melaporkan bahwa EDTA, CA, asam maleat, MTAD, asam perasetat adalah agen kelator yang lebih kuat. Asam perasetat menunjukkan rasio Ca / P yang lebih rendah dan penurunan kandungan Ca^{2+} yang lebih tinggi dibandingkan larutan lain. (Bedir *et al.* 2017; Luis *et al.* 2017)

Penggunaan sodium hipoklorit dapat meningkatkan efektivitas agen kelator dalam melarutkan jaringan organik dari *smear layer*. Secara khusus, larutan irigasi digunakan karena aksi langsungnya terhadap kalsium yang ada dalam kristal hidroksiapatit dentin. Setiap perubahan rasio kalsium dapat secara signifikan mengubah komponen struktur organik dan anorganik, yang dapat mengubah permeabilitas dentin, kekerasan mikro, dan kelarutan. EDTA paling sering direkomendasikan untuk membersihkan *smear layer* pada perawatan endodontik, potensi iritasinya perlu dipertimbangkan. Oleh karena itu, dibutuhkan alternatif bahan lain untuk menghilangkan komponen anorganik dari dentin saluran akar dentin. (Poggio *et al.* 2019)

2. 3. 2 Erosi Dentin

Penggunaan kombinasi natrium hipoklorit (NaOCl) dan agen kelator EDTA telah direkomendasikan. Namun, penelitian telah menunjukkan bahwa penggunaan sistem irigasi ganda ini mengakibatkan erosi pada dinding saluran akar, yang ditandai dengan larutnya permukaan dentin intertubular dan peritubular. Efek demineralisasi agen kelator sebagian besar bergantung pada waktu aplikasi, konsentrasi, dan pH larutan. Penelitian telah melaporkan bahwa pada semua konsentrasi, NaOCl secara negatif mengubah matriks dentin. Selain

itu, karena EDTA mendemineralisasi radikuler dentin, penggunaan EDTA yang berkepanjangan menyebabkan erosi dinding saluran. Oleh karena itu, upaya telah dilakukan untuk dilusi efek kelator EDTA untuk periode waktu yang lebih lama. Sebuah penelitian yang menyelidiki pengangkatan *smear layer* dan kapasitas erosif dari konsentrasi EDTA yang berbeda pada saluran akar yang diinstrumentasi, menyarankan menggunakan EDTA pada konsentrasi yang lebih rendah (1%) untuk menghindari erosi berlebihan dari dentin saluran akar. (Kaya *et al.* 2011; Kaidonis *et al.*, 2016)

EDTA dilaporkan memiliki efek pengangkatan *smear layer* yang efektif dan bersifat erosif namun menyebabkan erosi tubulus dentinalis yang lebih rendah jika dibandingkan dengan *citric acid*. Mekanisme erosi dentin dan efek dari tahapan irigasi dan agen kelator pada erosi dentin mungkin berkaitan dengan struktur dentin. Dentin, seperti tulang, memiliki jaringan kolagen padat yang ditutupi oleh lapisan hidroksi apatit. Dengan kata lain, inti organik ditutupi oleh selubung luar anorganik. (Qian *et al.* 2011; Turk *et al.* 2015)

2. 4 Daun Kelor

Moringa oleifera berasal dari genus monogenerik *Moringa* dan family *Moringaceae* (Gambar 3). *Moringa oleifera* tumbuh di negara tropis dan subtropis dengan ciri-ciri lingkungan yang khas, yaitu iklim tropis kering atau subtropis, suhu antara 18 dan 28°C. Saat ini, *Moringa oleifera* banyak ditemukan terutama di negara-negara Timur Tengah, Afrika dan Asia. (Kasolo *et al.* 2010; Lam *et al.* 2016)



Gambar 2.3. Daun *Moringa oleifera*. Sumber: Alasraf *et al.* 2016. An Antimicrobial Activity of *Moringa oleifera* Extract in Comparison to Chlorhexidine Gluconate (*In vitro* study)

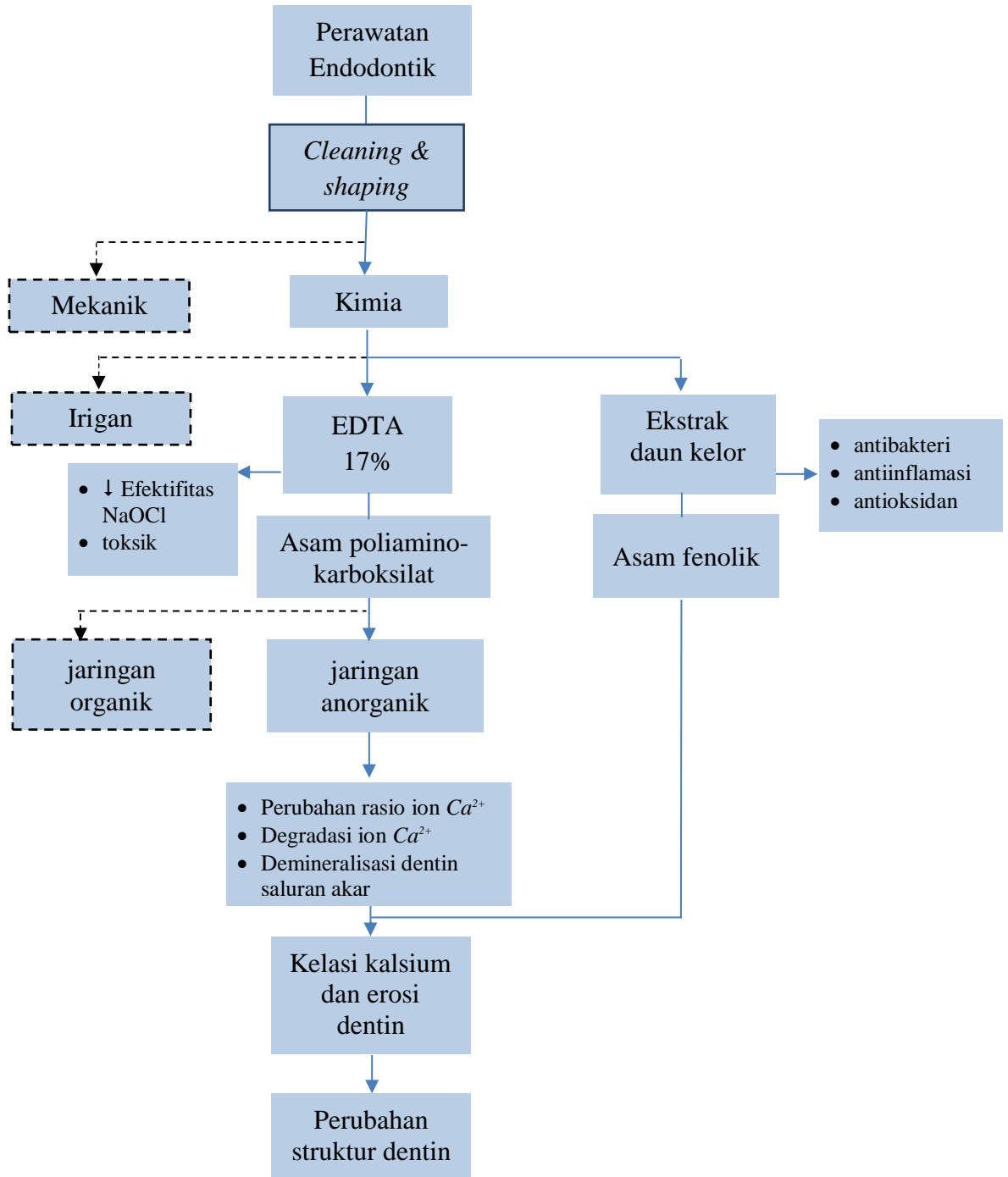
Moringa oleifera adalah salah satu tanaman yang paling banyak dipelajari dan digunakan. Berbagai kegunaan dan potensinya menarik perhatian para petani dan peneliti sejak dahulu. Pengobatan tradisional *Ayurvedic* mengatakan bahwa *Moringa oleifera* dapat mencegah 300 penyakit dan daunnya telah dimanfaatkan baik untuk tujuan preventif maupun kuratif. Orang Mesir kuno menggunakan minyak *Moringa oleifera* untuk bahan kosmetik. Pada tahun 2001, konferensi internasional pertama tentang *Moringa oleifera* diadakan di Tanzania dan sejak saat itu jumlah kongres dan penelitian mulai meningkat sehingga informasi tentang sifat *Moringa oleifera* mulai banyak dipublikasi. (Kasolo *et al.* 2010; Talal, 2018)

Moringa oleifera mengandung senyawa bioaktif dimana daunnya merupakan bagian tanaman yang paling sering dimanfaatkan, kaya akan vitamin, karotenoid, polifenol, asam fenolik, flavonoid, alkaloid, glukosinolat, isotiosianat, tanin, dan saponin. Kandungan ini menjadi informasi dasar bagi para ilmuwan dan produsen untuk mengeksplorasi dan memanfaatkan *Moringa* dengan lebih baik. Banyak penelitian *in vitro* dan *in vivo* pada hewan telah

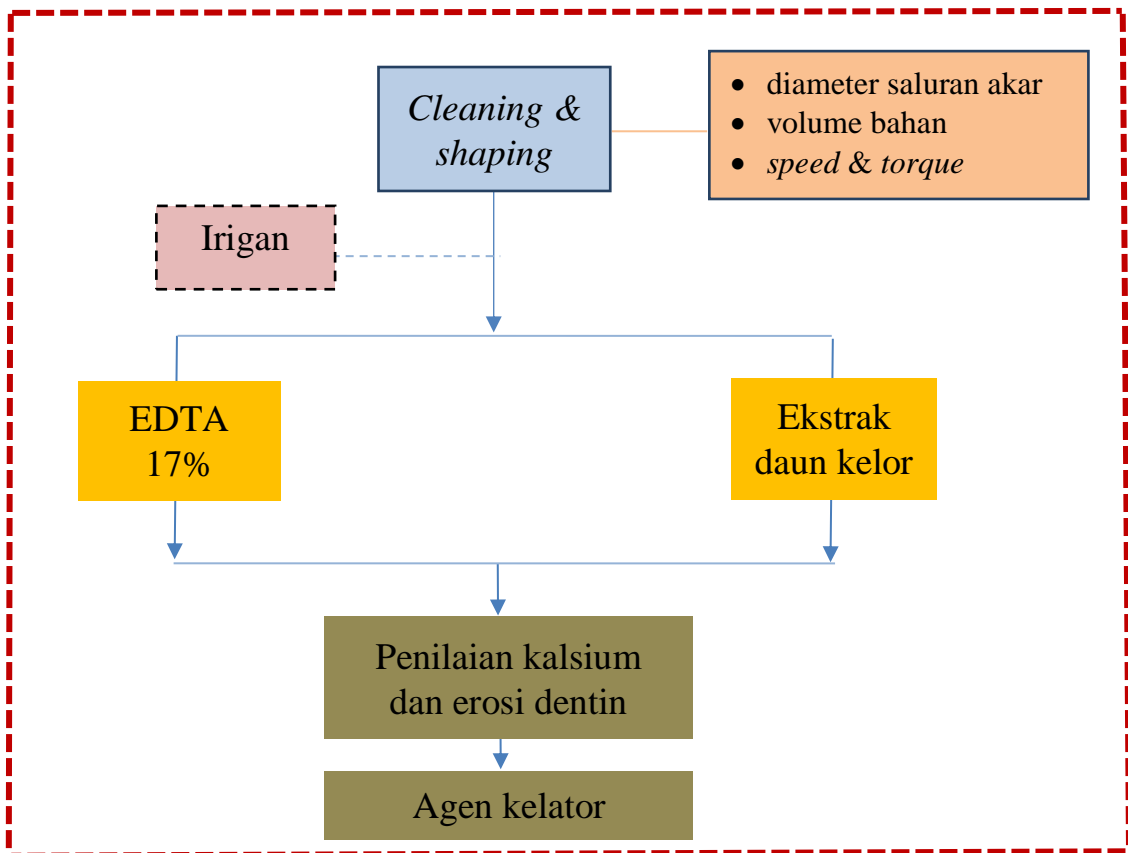
secara luas mengkonfirmasi berbagai sifat farmakologis. (Lam *et al.* 2016; Leone *et al.* 2015)

Dalam sebuah penelitian, *Moringa oleifera* menunjukkan efek antibakteri terhadap *Enterococcus faecalis* tanpa toksisitas pada konsentrasi rendah. Percobaan pada tikus albino memperlihatkan efek analgetik *Moringa oleifera* pada dosis tertentu. Kedua studi ini menunjukkan bahwa *Moringa oleifera* dapat digunakan sebagai alternatif agen antibiotik dan analgetik yang berasal dari alam. (Angel *et al.* 2018; Bhattacharya *et al.* 2016)

2. 5 Kerangka Teori



2. 6 Kerangka Konsep



■ Variabel Independen
■ Variabel Antara

■ Variabel Kendali
■ Variabel Dependen

2. 7 Hipotesis Penelitian

Ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) menyebabkan perubahan struktur pada dentin saluran akar.