

**EVALUASI BERBAGAI KONSENTRASI NANOPARTIKEL
EKSTRAK DAUN KELOR (*Moringa oleifera*)
SEBAGAI ALTERNATIF LARUTAN IRIGASI
TERHADAP KEKERASAN MIKRO DENTIN SALURAN AKAR**

TESIS



Oleh:

Sartika Rahmawati Rombe Layuk

J025 191 008

**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER GIGI SPESIALIS
PROGRAM STUDI KONSERVASI GIGI
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

**Evaluasi Berbagai Konsentrasi Nanopartikel Ekstrak Daun Kelor
(*Moringa oleifera*) Sebagai Alternatif Larutan Irigasi
Terhadap Kekerasan Mikro Dentin Saluran Akar**

TESIS

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

Disusun dan diajukan oleh

Sartika Rahmawati Rombe Layuk

J025 191 008

PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER GIGI SPESIALIS

PROGRAM STUDI KONSERVASI GIGI

FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2022

PENGESAHAN TESIS

**EVALUASI BERBAGAI KONSENTRASI NANOPARTIKEL
EKSTRAK DAUN KELOR (*Moringa oleifera*)
SEBAGAI ALTERNATIF LARUTAN IRIGASI
TERHADAP KEKERASAN MIKRO DENTIN SALURAN AKAR**

Diajukan Oleh:

Sartika Rahmawati Rombe Layuk

J025 191 008

Telah Disetujui

Makassar, 18 Juli 2022

Pembimbing I




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

Pembimbing II



Drg. Christine A. Rovani, Sp. KG (K)
NIP. 19800901 200812 2 002

Ketua Program Studi
Pendidikan Dokter Gigi Spesialis
Konservasi Gigi



Drg. Nurhayaty Natsif, Ph.D, Sp. KG (K)
NIP. 19640518 199103 2 001



Dekan
Fakultas Kedokteran Gigi
Universitas Hasanuddin

Prof. Dr. drg. Edy Machmud, Sp. Pros (K)
NIP. 19631104 199401 1 001

TELAH DIUJI OLEH PANITIA PENGUJI TESIS

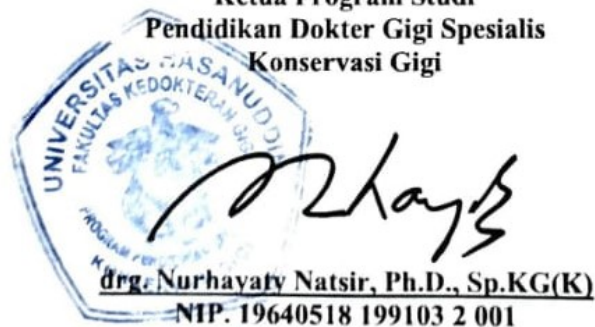
PADA TANGGAL, 30 JUNI 2022

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. Maria Tanumihardja, MDSc
Dr. drg. Nurlinda Hamrun, M.Kes

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 : Sartika Rahmawati Rombe Layuk
Nomor Mahasiswa : J025191008
Program Studi : Program Pendidikan Dokter Gigi Spesialis
Bidang Studi Konservasi Gigi

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa tesis yang saya tulis ini merupakan 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, Juli 2022

Yang Menyatakan,

Sartika Rahmawati Rombe Layuk



KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus atas segala berkah dan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “**Evaluasi Berbagai Konsentrasi Nanopartikel Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera*) Sebagai Alternatif Larutan Irigasi Terhadap Kekerasan Mikro Dentin Saluran Akar**”.

Penulisan tesis ini ditujukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai gelar Spesialis Konservasi Gigi pada Program Pendidikan Dokter Gigi Spesialis (PPDGS) Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin Makassar. Penulis menyadari banyak hambatan dalam penyusunan tesis ini, namun berkat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak sehingga penulisan tesis ini dapat terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. **Prof. Dr. drg. Edy Machmud, Sp. Pros(K)** sebagai Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin.
2. **Drg. Andi Tajrin, M.Kes., Sp.BM(K)** sebagai Direktur Rumah Sakit Gigi dan Mulut Pendidikan Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin atas kesempatan yang diberikan untuk menjalani Program Pendidikan Dokter Gigi Spesialis di Rumah Sakit Gigi dan Mulut Pendidikan Universitas Hasanuddin.
3. **drg. Nurhayaty Natsir, Ph.D., Sp.KG(K)** sebagai Ketua Program Studi PPDGS Konservasi Gigi, sekaligus sebagai Penguji I yang telah meluangkan waktu untuk memberikan ilmu, bimbingan, dukungan serta arahan selama penulis menempuh pendidikan di PPDGS Konservasi Gigi.

4. **Dr. drg. Juni Jekti Nugroho, Sp.KG(K)** Sebagai Ketua Departemen Konservasi Universitas Hasanuddin, sebagai Dosen, sekaligus sebagai Pembimbing I penulis yang tanpa mengenal lelah telah meluangkan waktunya, dengan penuh kesabaran memberikan bimbingan, dukungan, arahan, motivasi dan masukan kepada penulis dari awal hingga tesis ini dapat diselesaikan.
5. **drg. Christine A. Rovani, Sp.KG(K)** sebagai dosen, sekaligus pembimbing II yang tanpa mengenal lelah telah meluangkan waktunya memberikan bimbingan, arahan, motivasi, masukan selama pembuatan tesis ini.
6. **Dr. drg. Maria Tanumihardja, MDSc**, sebagai dosen, sekaligus penguji yang telah meluangkan waktunya memberikan bimbingan, ilmu, dukungan, arahan dan masukan kepada penulis dalam penyelesaian tesis ini.
7. **Dr. drg. Nurlinda Hamrun, M.Kes**, sebagai dosen, sekaligus penguji yang telah memberikan arahan, motivasi dan masukan dalam penyelesaian tesis ini.
8. **Dr. drg. Aries Chandra Trilaksana, Sp.KG(K)** sebagai dosen yang selalu memberikan bimbingan dan masukan selama pendidikan.
9. **Dr. drg. Wahyuni Suci Dwiandhany, Sp.KG(K)**, sebagai dosen yang telah memberikan bimbingan dan masukan selama pendidikan.
10. **drg. Noor Hikmah, Sp.KG(K)**, sebagai dosen yang telah memberikan bimbingan, dukungan, waktu dan masukan selama pendidikan.
11. **Dr. drg. Hafsah Katu, M.Kes; Prof. Dr. drg. Ardo Sabir, M.Kes; Dr. drg. Andi Sumidarti, M.Kes; Dr. drg. Indrya Kirana Mattulada MS; Dr. Med. Dent. Rehatta Yongki** selaku staf dosen Departemen Konservasi yang selalu memberikan bimbingan, arahan dan dukungan selama pendidikan.

12. **drg. Mutmainnah Majaya, drg. Murniati Muhiddin, drg. Sulton Rahmi, drg. Harmiyati Gappar, drg. St. Asmaul Husna Hambali, drg. Chandra Firdaus, drg. Musthika Jathiasih, drg. Warni Eka Mutia, drg. Esfandiary, drg. Mustakim Mustafa, drg. Nurvita Titi Ekawati** sebagai teman angkatan PPDGS Konservasi Gigi angkatan 2019 yang selalu kompak, peduli, selalu membantu, mendukung dan memberi motivasi dan semangat selama menempuh pendidikan bersama.
13. Teman-teman seperjuangan dalam penelitian, **drg. Murniati Muhiddin, drg. Musthika Jathiasih**, terima kasih atas kekompakannya, kerjasamanya yang luar biasa, kesabarannya walaupun sering beda pendapat namun tetap rendah hati saling menghargai dan mendukung sejak dari pencarian judul, pencarian tempat penelitian, pencarian daun kelor, proposal, penelitian hingga penyusunan tesis ini selesai.
14. Laboratorium Mikrostruktur Fisika fakultas MIPA UNM, Laboratorium Biologi Fakultas MIPA UNM, Laboratorium Teknik Kimia Universitas Politeknik Unhas Makassar, RSGMP FKG Unhas Makassar dan Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah membantu proses penelitian ini.
15. Kepada Senior **drg. Yusri, Sp.KG; drg. Muhsana Santa, Sp.KG; drg. Uci Ernawati, Sp. KG; drg. Ummi Kalsum Sp.KG; drg. Muh. Yusran, Sp.KG; drg. Rina Kosi Tonglo Sp.KG; drg. Yonatan Pasino, Sp.KG; drg. Elizabeth Murniati, Sp.KG; drg. Serlita Wahyu Utami, Sp.KG; drg. Bulkis Tahir,**

Sp.KG; drg. Muh. Yusri, Sp.KG terima kasih atas bimbingan, motivasi, dukungan, pinjaman bukunya, arahan selama menjalani pendidikan.

16. Teman-teman seperjuangan PROTRUSI '98 Terima kasih semangat dukungan dan doanya selama menempuh pendidikan.

17. Terima kasih kepada semua junior PPDGS Konservasi Gigi, ibu Wiwik, ibu Nisma yang telah memberi dukungan dan semangat selama menempuh pendidikan.

Terkhusus kepada:

- Orang tua tercinta ayahanda **Andarias Sesa Ra'ba** dan ibunda **Bertha Rombe Layuk**, terima kasih atas kasih sayang doa dan dukungannya kepada penulis.
- Mertua tercinta **Drs. Thomas Sarira (Alm)** dan **Dorkas Sangpali (Alm)**.
- Suami tercinta **Ibrahim Sangpali, SE** dan anak-anakku **Adsila Zeina Claretta Jasmine, Adlan Oswald Gaozan** terima kasih atas kasih sayang, dukungan, kesabaran dan pengertiannya yang selalu memberikan semangat memotivasi dan menjadi inspirasi selama dalam menempuh pendidikan.
- Kakak-kakakku: Agustinus RL dan istri, Arni RL dan suami, Yornike RL dan suami, adek-adekku: Barnece RL dan suami, Harsihanid dan suami, Evilina RL, Sp.DK dan suami, Esrom TA dan istri, Milda RL, S.Kep. Ners dan suami, Eva RL, Amd. Keb dan suami, si bungsu Yesky Arim RL, terima kasih atas doa dan dukungannya.
- kakak **Rahel Seemlywati** terima kasih atas dukungan, doa, semangat serta kesabarannya yang telah membantu penulis dalam banyak hal.

- Kakak ipar: Mika Sarira, S.Sos /Maya Kindangen, SE, Nataniel Maramis dan istri, Debora Sannang /Rusdi, Asrida /Octavianus.
- Seluruh pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu yang telah membantu saya dalam proses penyelesaian tesis ini.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa tesis ini masih banyak kekurangan serta jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan saran dan kritik demi kesempurnaan tulisan ini. Semoga penulisan tesis ini bermanfaat bagi pembaca dan masyarakat luas serta berguna untuk perkembangan ilmu kedokteran gigi.

Makassar, Juli 2022

Sartika Rahmawati Rombe Layuk

ABSTRAK

SARTIKA RAHMAWATI ROMBE LAYUK: Evaluasi Berbagai Konsentrasi Nanopartikel Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera*) Sebagai Alternatif Larutan Irigasi Terhadap Kekerasan Mikro Dentin Saluran Akar.

Dibimbing oleh: **Juni Jekti Nugroho** dan **Christine A. Rovani**

Tujuan penelitian ini untuk mengevaluasi kekerasan mikro dentin saluran akar setelah aplikasi nanopartikel ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) 1,25%, 2,50%, 5% dan 10%.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorium dengan desain *pretest-posttest only group design*. Nanopartikel ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) dibuat dengan teknik maserasi. Sampel yang digunakan yaitu gigi premolar rahang bawah utuh, berakar tunggal, tidak bengkok dan apeks sudah terbentuk sempurna. Sampel dipreparasi, saluran akar dibelah dua arah longitudinal untuk evaluasi kekerasan mikro dentin saluran akar. Dua puluh lima sampel untuk uji kekerasan mikro dentin ditanam di akrilik dengan dentin menghadap keatas. Kelompok I nanopartikel ekstrak daun kelor 1,25%, kelompok II nanopartikel ekstrak daun kelor 2,50%, kelompok III nanopartikel ekstrak daun kelor 5%, kelompok IV nanopartikel ekstrak daun kelor 10% dan Kelompok V diaplikasikan NaOCl 5,25%. Seluruh sampel dievaluasi kekerasan mikro dentin dengan *Vickers Digital Microhardness Tester*.

Hasil pengamatan nilai kekerasan mikro dentin dari tertinggi hingga terendah dimulai dari nanopartikel ekstrak daun kelor 10%, nanopartikel ekstrak daun kelor 5%, nanopartikel ekstrak daun kelor 2,50%, nanopartikel ekstrak daun kelor 1,25% dan NaOCl 5,25%.

Pengolahan data menggunakan SPSS, memberikan hasil adanya perbedaan nilai kekerasan mikro dentin yang signifikan antara nanopartikel ekstrak daun kelor 1,25%, nanopartikel ekstrak daun kelor 2,50%, nanopartikel ekstrak daun kelor 5%, nanopartikel ekstrak daun kelor 10% dan NaOCl 5,25%.

Kata kunci: nanopartikel, kekerasan mikro dentin, daun kelor (*Moringa oleifera*)

ABSTRACT

SARTIKA RAHMAWATI ROMBE LAYUK: *Evaluation of Various Nanoparticle Concentrations of Moringa oleifera Leaf Extract as an Alternative Irrigation Solution Against Microhardness of Root Canal Dentin.*

Supervised by: **Juni Jekti Nugroho** and **Christine A. Rovani**

This study aimed to assess the microhardness of the root canal dentin after application of 1,25%, 2,50%, 5% and 10% Moringa oleifera leaf extract nanoparticles.

It was laboratory experiment with a pretest-posttest only group design. The Moringa oleifera extract nanoparticles leaves were made by maceration technique. The samples were intact mandibular premolar teeth with single root, not bend and mature apex. All samples prepared for the root canal then split in two longitudinal directions, for evaluation of the microhardness of the root canal dentin. Twenty-five samples for the dentin microhardness test. It was placed into acrylic with the dentin facing up. Group I was applied with 1,25% nanoparticles of moringa leaf extract, group II was applied with 2,50% nanoparticles of moringa leaf extract, group III was applied with 5%, nanoparticles of moringa leaf extract, group IV was applied with 10% nanoparticles of moringa leaf extract and group V was applied with 5,25% NaOCl. All samples of the evaluation of dentin microhardness of d with Vickers Digital Microhardness Tester.

The results of the dentin microhardness observation found from the highest to lowest was 10% nanoparticles of moringa leaf extract, 5% nanoparticles of moringa leaf extract, 2,50% nanoparticles of moringa leaf extract, 1,25% nanoparticles of moringa leaf extract and 5,25% NaOCl subsequently.

Data analysis used SPSS and showed there were a significant difference of dentin microhardness between 1,25% nanoparticles of moringa leaf extract, 2,50% nanoparticles of moringa leaf extract, 5% nanoparticles of moringa leaf extract, 10% nanoparticles of moringa leaf extract and 5,25% NaOCl.

Keywords: nanoparticles, microhardness, Moringa oleifera

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PENGESAHAN TESIS	iii
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	xi
DAFTAR ISI	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Perawatan saluran akar	5
2.2. Larutan Irigasi	5
2.3. Dentin Saluran Akar	6
2.4. Kekerasan Dentin	8
2.5. Kelor	9
2.5.1. Defenisi	9
2.5. 2. Klasifikasi	10
2.5.3. Morfologi	11
2.5.4. Kandungan daun kelor	12
2.6. Nanopartikel daun kelor	16
BAB III KERANGKA TEORI, KONSEP DAN HIPOTESIS	18
3.1. Kerangka teori	18

3.2. Kerangka konsep	19
3.3. Hipotesis penelitian	20
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	21
4.1. Rancangan penelitian	21
4.2. Lokasi Dan Waktu Penelitian.....	21
4.2.1. Lokasi Penelitian.....	21
4.2.2. Waktu Penelitian	21
4.3. Identifikasi Sampel Penelitian.....	21
4.3.1. Sampel Penelitian.....	21
4.3.2. Kriteria Inklusi	22
4.3.3. Kriteria Eksklusi.....	22
4.3.4. Perhitungan besar sampel.....	22
4.4. Variabel penelitian	23
4.5. Defenisi Operasional Penelitian.....	24
4.6. Alat dan Bahan Penelitian.....	24
4.6.1. Alat Penelitian.....	24
4.6.2. Bahan Penelitian.....	26
4.7. Prosedur Penelitian.....	27
4.7.1. Sterilisasi alat	27
4.7.2. Pembuatan ekstrak daun kelor.....	27
4.7.3. Pembuatan Nanopartikel ekstrak daun kelor.....	28
4.7.4. Pemeriksaan fitokimia nanopartikel ekstrak daun kelor	28
4.7.4.1. Uji kualitatif nanopartikel ekstrak daun kelor.....	28
4.7.4.2. Uji kuantitatif nanopartikel ekstrak daun kelor.....	29
4.7.5. Prosedur Kerja.....	30

4.7.5.1. Persiapan sampel.....	30
4.7.5.2. Cara pembuatan sampel	31
4.7.5.3. Perlakuan sampel	31
4.7.5.4. Penilaian kekerasan mikro dentin	32
4.8. Pengelahan dan Analisa Data.....	33
4.9. Alur Penelitian	34
BAB V HASIL PENELITIAN.....	35
5.1. Uji Fitokimia nanopartikel ekstrak daun kelor.....	35
5.2. Hasil pemeriksaan kekerasan mikro dentin saluran akar sebelum setelah aplikasi masing-masing larutan.....	36
5.3. Hasil uji beda lanjut antara kelompok perlakuan	38
BAB VI PEMBAHASAN.....	42
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN	48
7.1. Kesimpulan	48
7.2. Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN	

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Cleaning and shaping merupakan tahapan yang penting dalam perawatan saluran akar. Prinsip utama dalam *cleaning and shaping* adalah membentuk dan membersihkan seluruh dinding saluran akar secara biologis, mekanis dan kimiawi yang dikenal dengan preparasi biomekanis (Hetty *et al.*, 2013; Tanumihardja, 2010).

Pada tahap preparasi biomekanis, irigasi saluran akar bertujuan untuk membersihkan saluran akar dari jaringan nekrotik serta mengeliminasi bakteri pada dinding saluran akar yang terinfeksi. Larutan irigasi yang sering digunakan adalah sodium hipoklorit (NaOCl), namun larutan ini dapat menyebabkan perubahan struktural dentin baik secara fisik maupun kimia. Salah satu perubahan yang terjadi yaitu penurunan kekerasan mikro dentin. (Alinda *et al.*, 2020; Cochrane *et al.*, 2019; Tanumihardja, 2010; Eskandarinezhad *et al.*, 2018; Massoud *et al.*, 2017; Rath *et al.*, 2020; Saha *et al.*, 2017). Penurunan kekerasan mikro dapat memberikan bukti tidak langsung adanya substansi mineral yang hilang dari jaringan keras gigi yang akan mempengaruhi kerentanan akar terhadap fraktur (Kalluru *et al.*, 2014; Alinda *et al.*, 2020; Cochrane *et al.*, 2019; Massoud *et al.*, 2017; Rath *et al.*, 2020; Saha *et al.*, 2017).

Kekerasan mikro dentin dipengaruhi oleh variasi dari tubulus dentinalis baik diameter dan jumlah tubulus dentinalis yang ada. Diameter tubulus dentinalis lebih besar jika lebih dekat dengan pulpa, sedangkan jumlah tubulus

dentinalis pada dentin akar akan berkurang dari arah servikal ke arah apikal sehingga kepadatan tubulus dentinalis menjadi lebih rendah dibagian apikal. Hal ini akan meningkatkan kekuatan tarik yang merupakan salah satu sifat fisik yang mempengaruhi nilai kekerasan mikro. Saat ini belum ada bahan irigasi saluran akar yang dianggap ideal (Hargreaves *et al.*, 2016). Penggunaan bahan alam yang berpotensi sebagai larutan irigasi saluran akar terus dikembangkan dan diharapkan tidak memberi pengaruh terhadap penurunan sifat mekanis dentin sehingga dapat diaplikasikan lebih baik secara klinis, salah satunya adalah daun kelor (*Moringa oleifera*).

Ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) merupakan salah satu bahan alam yang banyak diteliti dan memberikan manfaat dalam bidang kesehatan. Dalam bidang kedokteran gigi, berdasarkan penelitian sebelumnya, ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) memiliki kemampuan sebagai bahan antimikroba (Sopandani *et al.*, 2020; Rohyani *et al.*, 2015). Penelitian lain menunjukkan bahwa ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) mampu menghilangkan *smear layer* pada daerah sepertiga apikal dan meningkatkan kelenturan dan kekerasan mikro dentin seiring dengan meningkatnya konsentrasi ekstrak (Pasino, 2019; Tonglo, 2021). Disisi lain ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) memiliki keterbatasan karena tingkat kelarutan dalam air masih rendah dan warna larutan hijau pekat yang dapat menyebabkan perubahan warna pada gigi.

Teknologi nanopartikel merupakan strategi dalam meningkatkan penetrasi senyawa aktif herbal. Tujuan utama ekstraksi dalam bentuk nanopartikel adalah untuk mengatur ukuran partikel, sifat-sifat permukaan dan

pelepasan zat aktif pada tempat yang spesifik dan memiliki tingkat kelarutan dalam air semakin tinggi (Julianawati, 2020; Syahrial *et al.*, 2019; Nurmalia, 2017; Nugroho, 2022).

Penelitian daun kelor di bidang kedokteran gigi dalam sediaan ekstrak etanol sudah banyak diteliti, akan tetapi penelitian dalam sediaan nanopartikel dan pengaruhnya terhadap kekerasan mikro dentin belum pernah dilakukan. Berdasarkan penelitian pendahuluan yang dilakukan, serbuk daun kelor dapat diperkecil dalam bentuk ukuran nano sehingga diharapkan dapat meningkatkan penetrasi zat aktif dengan lebih baik dan warna larutan menjadi jernih. Oleh sebab itu dilakukan penelitian untuk mengevaluasi kekerasan mikro dentin saluran akar setelah diirigasi nanopartikel ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*).

1.2 Rumusan Masalah

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

Apakah nanopartikel ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) dapat meningkatkan kekerasan mikro dentin saluran akar?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan Umum

1. Menganalisa efektivitas berbagai konsentrasi nanopartikel ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) terhadap kekerasan mikro dentin saluran akar sebagai alternatif larutan irigasi.

Tujuan Khusus

1. Untuk mengevaluasi efektivitas nanopartikel ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) pada konsentrasi 1,25%, 2,5%, 5% dan 10% terhadap kekerasan mikro dentin saluran akar.
2. Untuk membandingkan efektivitas NaOCl 5,25% dan nanopartikel ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) pada konsentrasi 1,25%, 2,5%, 5% dan 10%

1.4 Manfaat Penelitian

1. Manfaat Klinis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan data dan informasi tentang efektivitas nanopartikel ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) sebagai alternatif larutan irigasi yang dapat meningkatkan kekerasan mikro dentin saluran akar.

2. Manfaat IPTEK

- a. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi bagi dokter gigi dan dokter gigi spesialis konservasi gigi pada khususnya mengenai efektivitas berbagai konsentrasi nanopartikel ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) terhadap kekerasan mikro dentin saluran akar sebagai alternatif larutan irigasi.
- b. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat dijadikan dasar penelitian lanjutan mengenai potensi nanopartikel ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) sebagai alternatif larutan irigasi.
- c. Berguna untuk data bagi pengembangan penelitian yang bersumber dari bahan alam yang dapat dijadikan sebagai bahan alternatif larutan irigasi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perawatan Saluran Akar

Perawatan saluran akar merupakan perawatan pada penyakit pulpa dan periapikal dengan menghilangkan bakteri dan produk metabolismenya dari saluran akar. Keberhasilan perawatan ini dipengaruhi oleh berbagai macam faktor antara lain tahapan instrumentasi, irigasi, sterilisasi dan obturasi saluran akar (Peng *et al.*, 2010).

Tujuan utama *cleaning and shaping* saluran akar adalah untuk membersihkan saluran akar dari sisa-sisa jaringan organik, membuang jaringan nekrotik, memudahkan larutan irigasi masuk kedalam saluran akar, aplikasi medikamen dan bahan obturasi serta mempertahankan struktur apikal. *Shaping* adalah tahapan membentuk saluran akar yang dipreparasi untuk mempertahankan penyempitan dibagian apikal, berbentuk runcing sehingga jumlah mikroorganisme pada bagian apikal berkurang (Peng *et al.*, 2007).

2.2 Larutan Irigasi

Keberhasilan preparasi saluran akar secara mekanis dan kimiawi dapat dicapai dengan penggunaan larutan irigasi dan instrumen yang tepat. Pembersihan semua mikroorganisme dan sisa-sisa organik dari saluran akar sangat sulit tanpa penggunaan larutan irigasi (Peng *et al.*, 2007; Eskandarinezhad *et al.*, 2018). Keberhasilan suatu larutan irigasi adalah jika larutan tersebut dapat membersihkan dinding saluran akar, membuang jaringan pulpa yang vital maupun nekrotik serta mampu menetralkan atau menghilangkan

bakteri dan produknya selama preparasi (Hetty *et al.*, 2013). Adapun sifat irigan yang ideal yaitu efektif membersihkan sistem saluran akar, mampu mendisinfeksi dan menembus tubulus dentinalis, memiliki efek antimikroba jangka panjang, menghilangkan *smear layer*, non karsinogenik, relatif murah, mudah dalam pemakaian dan tidak menyebabkan perubahan warna gigi (Tanumihardja, 2010; Hulsmann, 2000). Sodium hipoklorit merupakan larutan irigasi yang paling sering digunakan dalam perawatan saluran akar, merupakan *gold standart* karena memiliki semua sifat yang diperlukan pada tahapan irigasi (Hulsmann, 2000; Himel, 2013; Eskandarinezhad *et al.*, 2018).

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 (Tanumihardja, 2010).

2.3 Dentin saluran akar

Dentin saluran akar merupakan penyusun sebagian besar akar gigi. Dentin saluran akar ditutupi oleh sementum. Dentin dan sementum berasal dari jaringan mesoderm yaitu memiliki susunan dan asal yang sama dengan jaringan tulang. Dentin lebih keras daripada sementum karena dentin banyak mengandung bahan-bahan kimia anorganik. Komposisi dentin terdiri dari 70% bahan anorganik, 20% organik, dan 10% air. Pada 90% bahan organik mengandung kolagen yang merupakan peran utama mekanis dentin. Kolagen mengandung lebih dari 90% matriks dentin organik, kolagen tipe I merupakan

daerah yang paling banyak (Zaparolli *et al.*, 2012). Dentin akar dengan dentin korona memiliki perbedaan. Lapisan terluar dari dentin akar, merupakan lapisan granular dari *Tomes*, terletak tepat di bawah sementum akar. Kepadatan tubulus di dentin akar sedang atau bahkan jauh lebih rendah daripada di dentin koronal (Tjäderhane *et al.*, 2012). Menariknya, sklerosis tubulus akar berdasarkan usia dimulai dari regio apikal dan menuju ke arah koronal dan mungkin merupakan faktor utama yang mempengaruhi permeabilitas dentin akar. Dentin akar juga memiliki perbedaan bagian lainnya dalam permeabilitas, karena dentin saluran akar bukal/lingual memiliki tubulus paten, sedangkan batas mesial/distal dentin-pulpa mungkin sepenuhnya tertutup oleh mineral. Pola patensi tubulus semacam ini mungkin berhubungan dengan penyebaran beban lokal akar di bawah tekanan oklusal. (Tjäderhane *et al.*, 2012).

Permeabilitas dentin tidak seragam pada seluruh gigi. Dentin koronal lebih permeabel dibandingkan dentin akar. Juga, terdapat beberapa perbedaan di dalam dentin koronal. Permeabilitas dentin utamanya bergantung pada ketebalan dentin yang tersisa (yaitu, panjang tubulus) dan diameter tubulus. Karena tubulus lebih pendek, lebih banyak, dan memiliki diameter yang lebih besar jika lebih dekat dengan pulpa, dentin bagian dalam merupakan penahan pulpa yang kurang efektif jika dibandingkan dengan dentin superfisial (Theodore *et al.*, 2002). Dentin memiliki profil struktur antara lain: modulus elastisitas, kekuatan tarik geser, serta kekerasan mikrodentin. Perubahan profil struktur dentin kemungkinan akan berpengaruh pada kekuatan gigi. Kekerasan

mikrodentin bervariasi antara intratubular dan peritubular tergantung lokasi gigi (Hargreaves, 2011).

2.4 Kekerasan dentin

Kekerasan mikro dentin dan elastisitas dentin bervariasi antara peritubular dan intertubular dentin dan tergantung pada lokasi gigi. Penurunan kekerasan dentin dapat menggambarkan penurunan mineral jaringan keras gigi. Kekerasan dentin normal 68 KHN. Bahan kimia yang digunakan untuk irigasi saluran akar dan desinfeksi, berinteraksi dengan mineral dan kandungan organik sehingga mengurangi elastisitas dentin, kekerasan mikro dentin, dan kekuatan lentur dentin sampai batas yang signifikan. Dentin yang mengalami penurunan kekerasan mikro menyebabkan gigi menjadi rapuh, dan kemungkinan penurunan kekuatan gigi dapat dikaitkan dengan terbentuknya dentin sekunder dan dipengaruhi oleh larutan irigasi endodontik (Sampaio *et al.*, 2014).

Kekerasan mikro dapat memberikan informasi tentang kehilangan atau perolehan mineral pada gigi karena kekerasan dentin tergantung pada sifat fisik dan strukturnya. Jumlah dan diameter tubulus dentin memainkan peran penting dalam efikasi agen irigasi. Kekerasan jaringan yang terdekat pulpa adalah yang paling rendah dan mirip dengan dentin. Bahkan, Pashley *et al.* (2004) melaporkan bahwa kekerasan mikro dentin menjadi lebih rendah saat berjalan dari permukaan ke zona dalam. Selain itu, jumlah hidroksiapatit dan kandungan mineral dentin intertubular merupakan faktor penting dalam mengevaluasi kekerasan dentin.

Jaringan yang disertai dengan kerusakan, fraktur, termasuk persiapan akses sebelum terapi endodontik menyebabkan perubahan besar dalam biomekanis gigi. Struktur gigi yang hilang setelah preparasi akses kavitas secara konservatif mempengaruhi kekuatan sebesar 5%. Sedangkan tindakan instrumentasi saluran akar dan obturasi memberi pengaruh yang sedikit terhadap penurunan dalam ketahanan terhadap fraktur yang akhirnya memiliki efek yang minimal terhadap biomekanis gigi (Sampaio *et al.*, 2014, Soha, *et al.*, 2017).

Perlakuan agen yang berbeda pada permukaan dentin dapat menyebabkan perubahan dalam komponen kimia dentin, yang dapat mengubah permeabilitas dan kelarutan karakteristik dentin sehingga terjadi penurunan *microhardness* dentin (Sampaio *et al.*, 2014). Selain itu penurunan *microhardness* mempengaruhi *adhesi* dan *sealing ability* bahan pengisi saluran akar disepanjang dentin saluran akar (Kandil & Alhadainy, 2014). Studi oleh Pashley *et al* (2004), menyatakan bahwa densitas tubuli mempengaruhi *microhardness*, apabila densitas tubuli meningkat sehingga terjadi penurunan *microhardness* dentin (Pashley *et al.*, 2004).

2.5 Kelor (*Moringa oleifera*)

2.5.1 Defenisi

Tanaman kelor (*Moringa oleifera*) merupakan tanaman yang banyak dijumpai di Indonesia, tanaman ini tidak mengenal musim dan dapat tumbuh dalam berbagai iklim, mampu tumbuh di berbagai jenis tanah, tidak memerlukan perawatan yang intensif dan mudah dikembangbiakkan.

Tanaman kelor ini disebut *Moringa pterygosperma*, pada beberapa negara kelor dikenal dengan sebutan benzolive, *drumstick tree*, kelor, marango, mlonge, mulangay, nebeday, sajiha dan sajna (Napitupulu, Berata, Setiasih, 2014; Toripah *et al.*, 2014). Kelor (*Moringa oleifera*) dikenal sebagai pohon kehidupan. Selama ribuan tahun, telah dibudidayakan secara luas untuk nilai industri dan pengobatannya. Semua bagian dari tanaman kelor memiliki kandungan gizi, berkhasiat untuk kesehatan dan manfaat di bidang industri. Hampir seluruh bagian tanaman telah dimanfaatkan dalam pengobatan rumahan dan pengobatan tradisional. (Mallenakuppe *et al.*, 2019).

Kelor (*Moringa oleifera*) adalah tanaman yang kaya nutrisi dan sering disebut *miracle tree* dikarenakan semua bagian tumbuhan kelor sangat bermanfaat bagi kehidupan masyarakat. Kandungan nutrisi tersebar pada seluruh bagian tanaman kelor, mulai dari daun, kulit batang, bunga, buah (polong), biji, sampai akarnya dan sudah dikenal luas sebagai tumbuhan obat (Toripah *et al.*, 2014; Mallenakuppe *et al.*, 2019; Rochyani, 2020).

2.5.2 Klasifikasi (Tilong, 2012)

Kingdom : *Plantae*

Sub kingdom : *Tracheobionta*

Super divisi : *Spermatophyta*

Divisi : *Magnoliophyta*

Kelas : *Magnoliopsida*

Sub kelas : *Dilleniidae*

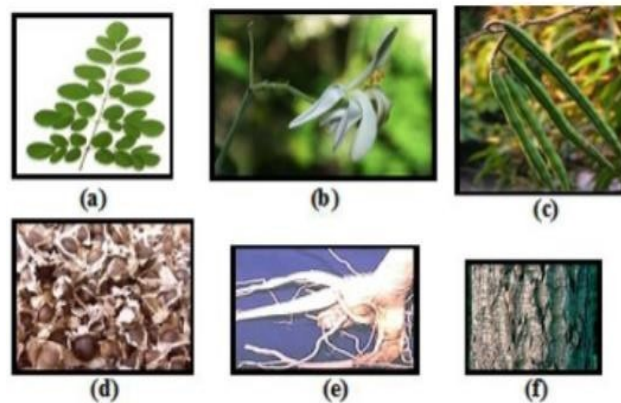
Ordo : *Capparales*

Family : *Moringaceae*
Genus : *Moringa*
Spesies : *Moringa oleifera*

2.5.3 Morfologi

Tanaman kelor adalah perdu (kecil), pertumbuhannya cepat, batang pohon biasanya tumbuh hingga 10 atau 12 m, penyebarannya luas, berbatang rapuh dengan bentuk daun yang berbulu dan tebal. Tanaman kelor memiliki 33 spesies (Mallenakuppe *et al.*, 2019).

Batangnya berkayu, tegak, berwarna putih buram, berkulit tipis dan mudah patah. Cabangnya jarang dengan arah percabangan tegak atau miring serta cenderung tumbuh lurus dan memanjang. Daun kelor (*Moringa oleifera*) (Gambar 3) berbentuk bulat telur, bersirip tak sempurna, beranak daun gasal, tersusun majemuk dalam satu tangkai, dan hanya sebesar ujung jari. Helaian daun kelor berwarna hijau, ujung daun tumpul, pangkal daun membulat, tepi daun rata, susunan pertulangan menyirip serta memiliki ukuran 1-2 cm. Bunga kelor muncul ketika daun beraroma khas dan berwarna putih kekuningan. Buah kelor berbentuk segitiga, dengan panjang sekitar 20-60 cm dan berwarna hijau. Kelor berakar tunggang, berwarna putih, berbentuk seperti lobak, berbau tajam dan berasa pedas (Tilong, 2012).



Gambar 3. Morfologi *Moringa oleifera*: (a) daun, (b) bunga, (c) buah, (d) biji, (e) akar, (f) kulit batang. (Sumber: Tejas *et al*, 2012).

2.5.4 Kandungan Daun Kelor

Daun *Moringa oleifera* berperan sebagai sumber antioksidan alami yang baik karena adanya berbagai jenis senyawa antioksidan seperti asam askorbat, flavonoid, fenolat dan karotenoid. Konsentrasi tinggi asam askorbat, zat estrogenik dan β -sitosterol, zat besi, kalsium, fosfor, tembaga, vitamin A, B dan C, α -tokoferol, riboflavin, asam nikotinat, asam folat, piridoksin, β -karoten, protein, dan khususnya asam amino esensial seperti metionin, sistin, triptofan dan lisin yang ada dalam daun dan biji *Moringa oleifera* menjadikannya suplemen makanan yang ideal (Toma & Deyno, 2014; Gopalakrishnan, 2016; Toripah, 2014; Moodley, 2018; Aprioku & Onyenaturuchi, 2018; Nugroho, 2022).

Daun kelor mengandung berbagai zat kimia yang bermanfaat. Fitokimia dalam daun kelor adalah:

1. Saponin

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada ekstrak daun *Moringa oleifera* terdapat kandungan saponin yang ditunjukkan dengan terbentuknya busa stabil setelah dipanaskan dan dikocok. Saponin merupakan glikosida triterpen atau steroid dengan berat molekul tinggi alami dengan distribusi yang sangat luas di dalam tumbuhan. Saponin dapat meningkatkan permeabilitas membran sehingga terjadi hemolisis sel bakteri. Saponin bekerja dengan cara melepaskan ikatan antar bakteri pada biofilm menjadi bakteri planktonik bebas, sehingga kandungan zat aktif lain yang bersifat antimikroba dapat bekerja lebih baik (Rochyani, 2020).

2. Mineral

Menurut penelitian Olusanya *et al.*, (2019) menyatakan bahwa *Moringa oleifera* adalah sumber mineral yang lebih baik. Beberapa mineral yang terdapat di dalam daun kelor ini adalah kalsium, magnesium, fosfor. Zat besi, seng, tembaga dan kalium. Tanaman kelor mengandung kalsium sebesar 440mg per 100g daun segar dan 2003mg per 100g daun kering. Kandungan kalsium per 100g daun kelor dapat mencapai 17 kali lebih banyak dan mempunyai bioavailabilitas 8,79 kali lebih baik dibandingkan dengan susu. Kalsium dianggap sebagai salah satu mineral penting. Mineral ini diperlukan untuk pertumbuhan gigi dan tulang yang kuat. Fosfor dan magnesium merupakan salah satu mineral yang memiliki peran penting dalam metabolisme tulang (Syahriel 2019).

Fosfor, seperti fosfat bersama dengan ion kalsium akan membentuk hidroksiapatit yang merupakan molekul anorganik utama pada gigi dan tulang.

Sedangkan magnesium berfungsi untuk meningkatkan pembentukan Kristal tulang dan kepadatan tulang dengan cara asimilasi kalsium ke dalam jaringan tulang. Magnesium juga mempengaruhi konsentrasi dari kedua hormon paratiroid dan bentuk aktif dari vitamin D, yang merupakan regulator utama homeostasis tulang (Syahriel, 2019).

3. Flavonoid

Hasil penelitian menunjukkan adanya kandungan flavonoid pada ekstrak daun *Moringa oleifera* yang ditandai dengan adanya bercak berwarna kuning setelah disemprotkan aluminium klorida 10%. Flavonoid memiliki sifat anti-oksidatif, anti-inflamasi, anti-mutagenik dan anti-karsinogenik, serta kemampuan untuk memodulasi fungsi enzim seluler utama (Panche *et al.*, 2016). Komponen kimiawi ini dapat dibagi menjadi berbagai kelas seperti flavon (misalnya, flavon, apigenin, dan luteolin), flavonol (misalnya, quercetin, kaempferol, myricetin, dan fisetin), flavanon (misalnya, flavanone, hesperetin, dan naringenin), dan lainnya (Kumar & Pandey, 2013). Genus *Moringa* memiliki aktivitas antioksidan yang baik terutama karena kandungan flavonoid yang tinggi. Sebagian besar flavonoid yang ada dalam genus berada dalam bentuk flavanol dan glikosida (Rani *et al.*, 2018).

4. Tannin

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada ekstrak daun *Moringa oleifera* terdapat kandungan tannin yang ditunjukkan dengan adanya bercak berwarna hitam setelah disemprot besi klorida 5%. Tannin atau asam tanat adalah polifenol yang larut dalam air yang ada di banyak tumbuhan. Tannin adalah

proanthocyanidins oligomerik dan polimerik yang terdiri dari unit katekin (digabungkan flavan-3-ol). Tanin bekerja dengan cara mengkoagulasi protoplasma mikroba, sehingga terbentuk ikatan yang stabil dengan protein bakteri yang menyebabkan inaktivasi protein bakteri (Rochyani, 2020).

5. Terpenoid

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada ekstrak daun kelor mengandung terpenoid yang ditunjukkan dengan adanya bercak berwarna merah muda kecoklatan setelah disemprot asam sulfat. Terpenoid merupakan senyawa kimia yang terdiri dari beberapa unit isopren. Kebanyakan terpenoid mempunyai struktur siklik dan mempunyai satu gugus fungsi atau lebih. Selain itu, aktivitas hipoglikemik dan antihiperlikemik daun kelor dapat disebabkan oleh adanya terpenoid. Selain itu, menurut penelitian yang dilakukan oleh Mohandas & Kumaraswamy (2018), sifat antioksidan tinggi yang ditunjukkan oleh tanaman disebabkan oleh keberadaan sejumlah besar terpenoid.

6. Alkaloid

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada ekstrak daun *Moringa oleifera* terdapat kandungan alkaloid yang ditunjukkan dengan adanya endapan putih setelah ditambahkan pereaksi Dragendorff. Alkaloid merupakan rangkaian produk alami yang beragam secara struktural, dan senyawa ini memiliki berbagai aktivitas biologis serta memiliki sifat seperti alkali dan setidaknya satu atom nitrogen dalam heterosiklik. Kandungan alkaloid pada tanaman dapat digunakan dalam banyak hal termasuk dalam obat-obatan.

2.6 Nanopartikel Daun kelor

Saat ini teknologi nano banyak dikembangkan dan menjadi tren dalam pengembangan dan peningkatan kualitas produk pangan fungsional. Teknologi nano memiliki banyak keunggulan seperti ukuran partikel yang lebih kecil, memiliki sifat yang khas dibandingkan dengan ukuran partikel yang lebih besar. Teknologi nano juga banyak dikembangkan sebagai penghantar zat aktif dalam suatu produk pangan maupun obat untuk mengatur laju pelepasan senyawa zat aktif, meningkatkan kelarutan dan meningkatkan penyerapan dalam tubuh (Nurmalia *et al.*, 2017).

Nanopartikel merupakan salah satu strategi untuk meningkatkan bioavailabilitas senyawa aktif herbal. Tujuan utama nanopartikel sebagai sistem penghantar obat adalah untuk mengatur ukuran partikel. Ukuran partikel yang lebih kecil, maka luas permukaan akan meningkat. Permukaan yang lebih besar akan memungkinkan interaksi yang lebih besar sehingga dapat menyebabkan peningkatan kelarutan (Julianawati, 2020; Jusnita, 2019; Nugroho, 2022).

Beberapa tahun terakhir, perkembangan produk teknologi nano terus meningkat. Nanopartikel yang secara definisi adalah struktur yang memiliki dimensi ukuran dalam kisaran 1-100 nm semakin hari semakin diakui dalam aplikasi perawatan kesehatan medis (Chaloupka *et al.*, 2010). Ukuran nanometer secara signifikan juga dapat meningkatkan bioavailabilitas dari kalsium dan juga memiliki manfaat gizi. Tingginya bioavailabilitas dari nano kalsium memberikan banyak keuntungan bagi manusia. Dengan teknologi nano

ukuran partikel serbuk daun kelor dapat diperkecil sehingga diharapkan dapat meningkatkan penyerapan zat gizi dengan lebih baik terutama kalsium.