

**EFEKTIVITAS LARUTAN NANOPARTIKEL
EKSTRAK DAUN KELOR (*Moringa oleifera*) 5% DAN 10%
DALAM MENGHILANGKAN *SMEAR LAYER*
PADA SEPERTIGA APIKAL DINDING SALURAN AKAR**

TESIS



Oleh:

MUSTHIKA JATHIASIH

J025191007

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

**EFEKTIVITAS LARUTAN NANOPARTIKEL
EKSTRAK DAUN KELOR (*Moringa oleifera*) 5% DAN 10%
DALAM MENGHILANGKAN *SMEAR LAYER*
PADA SEPERTIGA APIKAL DINDING SALURAN AKAR**



Oleh:

Musthika Jathiasih

J025191007

Pembimbing:

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

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

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

**EFEKTIVITAS LARUTAN NANOPARTIKEL
EKSTRAK DAUN KELOR (*Moringa oleifera*) 5% DAN 10%
DALAM MENGHILANGKAN *SMEAR LAYER*
PADA SEPERTIGA APIKAL DINDING SALURAN AKAR**

TESIS

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

Disusun dan diajukan oleh:

MUSTHIKA JATHIASIH

J025191007

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

2022

PENGESAHAN TESIS

**EFEKTIVITAS LARUTAN NANOPARTIKEL
EKSTRAK DAUN KELOR (*Moringa oleifera*) 5% DAN 10%
DALAM MENGHILANGKAN *SMEAR LAYER*
PADA SEPERTIGA APIKAL DINDING SALURAN AKAR**

**Diajukan oleh:
MUSTHIKA JATHIASIH
J025191007**

**Telah Disetujui,
Makassar, 17 Juli 2022**

Pembimbing I

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

Pembimbing II

**drg. Nurhayaty Natsir, Ph.D., Sp.KG(K)
NIP. 19640518 199103 2 001**

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

**drg. Nurhayaty Natsir, 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, 27 JUNI 2022

PANITIA PENGUJI TESIS

Ketua : Dr. drg. Juni Jekti Nugroho, Sp.KG(K)
Anggota : drg. Nurhayaty Natsir, Ph.D., Sp.KG(K)
Dr. drg. Aries Chandra Trilaksana, Sp.KG(K)
Dr. drg. Hafsa Katu. M.Kes
Prof. Dr. drg. Rasmidar Samad, MS

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 : Musthika Jathiasih
Nomor Mahasiswa : J025191007
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,



Musthika Jathiasih

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadirat Allah SWT, atas berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan judul **“Efektivitas Larutan Nanopartikel Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera*) 5% dan 10% Dalam Menghilangkan *Smear Layer* Pada Sepertiga Apikal Dinding Saluran Akar”**.

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat:

1. **Prof. Dr. drg. Edy Machmud, Sp.Pros(K)** selaku Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin beserta seluruh pimpinan fakultas atas kesempatan yang diberikan untuk mengikuti Pendidikan Dokter Gigi Spesialis Konservasi Gigi Universitas Hasanuddin Makassar.
2. **Dr. drg. Juni Jekti Nugroho, Sp.KG(K)** selaku Pembimbing I sekaligus Ketua Departemen Konservasi yang telah meluangkan waktu, pikiran dan tenaga dalam memberikan arahan, masukan serta dukungan untuk menyelesaikan penelitian ini.
3. **drg. Nurhayaty Natsir, Ph.D, Sp.KG(K)** selaku Pembimbing II sekaligus Penasihat Akademik dan Ketua Program Studi Konservasi Gigi yang telah meluangkan waktu, pikiran dan tenaga dalam memberikan arahan, masukan serta dukungan untuk menyelesaikan penelitian ini.
4. **Dr. drg. Aries Chandra Trilaksana, Sp.KG(K)** sebagai dosen dan penguji yang telah bersedia memberikan ilmu, bimbingan, saran dan koreksi terhadap hasil penelitian ini.

5. **Dr. drg. Hafsah Katu, M.Kes** sebagai dosen dan penguji yang telah bersedia memberikan ilmu, bimbingan, saran dan koreksi terhadap hasil penelitian ini.
6. **Prof. Dr. drg. Rasmidar Samad, MS** sebagai dosen dan penguji yang telah bersedia memberikan ilmu, bimbingan, saran dan koreksi terhadap hasil penelitian ini.
7. **drg. Christine Anastasia Rovani, Sp.KG(K)** sebagai dosen yang memberikan ilmu, bimbingan dan masukan selama Pendidikan Dokter Gigi Spesialis Konservasi Gigi.
8. **drg. Noor Hikmah, Sp.KG(K)** sebagai dosen yang memberikan ilmu, bimbingan dan masukan selama Pendidikan Dokter Gigi Spesialis Konservasi Gigi.
9. **drg. Wahyuni Suci Dwiandhany, Ph.D, Sp.KG(K)** sebagai dosen yang memberikan ilmu, bimbingan dan masukan selama Pendidikan Dokter Gigi Spesialis Konservasi Gigi.
10. **Dr. Eng. Lukmanul, ST., MT** sebagai Kepala Lab. Metalurgi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang memberikan bimbingan dan masukan selama proses penelitian berlangsung.
11. **Dr. Hairul Arsyad, ST., MT** sebagai Sekretaris Lab. Metalurgi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang memberikan bimbingan dan masukan selama proses penelitian berlangsung.
12. **Drs. Subaer, M.Phil., Ph.D** sebagai Kepala Laboratorium Mikrostruktur Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Makassar yang memberikan bimbingan dan masukan selama proses penelitian berlangsung.

13. **Hikmanul Irfiany Daud, S.Si** sebagai staff Laboratorium Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Makassar yang memberikan bimbingan dan masukan selama proses penelitian berlangsung.
14. **drg. Andi Tajrin, M.Kes, Sp.BM(K)** selaku Direktur RSGMP Universitas Hasanuddin beserta seluruh direksi dan manajemen untuk kesempatan belajar yang diberikan di wahana pendidikan RSGMP Universitas Hasanuddin.
15. Seluruh staff dosen Program Pendidikan Dokter Gigi Spesialis Konservasi Gigi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin yang telah memberikan bimbingan, ilmu dan pengetahuan selama menempuh pendidikan.
16. Sejawat senior dan junior residen Konservasi Gigi yang banyak membantu selama proses keresidenan beserta seluruh sejawat residen PPDGS FKG Unhas.
17. Kakak-kakak seperjuangan Residen Konservasi Gigi Angkatan 2019; Muthmainnah Majaya, Sulton Rahmi, Harmiyati Gappar, Murniati Muhiddin, St. Asmaul Husna, Chandra Firdaus, Warni Eka Muthia, Sartika Rahmawati, Esfandiary, Nurvita Titi Ikawati dan Mustakim Mustafa. Terima kasih untuk kebersamaan, kekompakan, suka dan duka yang dilalui bersama.
18. Ucapan terima kasih yang tak terhingga secara khusus kepada:
 - a. Ayah dan ibu saya yang hebat; **Supriyono, S.Sos** dan **Dra. Sophia** tercinta yang tak pernah berhenti mendoakan dan memberikan dukungan moril maupun materil selama penulis menjalani proses pendidikan. *Thank you ayah and ibu for everything, without you I might not be the person I am today. Love you to the moon and back.*

- b. Nenekku tercinta, yang selalu berdoa dan mendampingi dari kecil hingga seperti sekarang. *For all the special and little things you do, thank you and I love you, too!*
- c. Saudaraku tersayang; **drg. Maharja Jathi Perkasa, M.HKes., CMC** dan **drg. Astri Rachmawati**. Terimakasih atas segala doa dan dukungannya kepada penulis selama ini. *Let's roots to grow and wings to soar, together.*

Terima kasih setulus-tulusnya juga penulis ucapkan kepada semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu dan juga penulisan tesis ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan oleh karenanya penulis memohon maaf atas segala kekurangan dan keterbatasan. Semoga penulisan tesis ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi ilmu pengetahuan khususnya di bidang Kedokteran Gigi. Amin.

Makassar, Juli 2022

Penulis

MUSTHIKA JATHIASIH: Efektivitas Larutan Nanopartikel Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera*) 5% dan 10% dalam Menghilangkan *Smear Layer* pada Sepertiga Apikal Dinding Saluran Akar.

(Dibimbing oleh: **Juni Jekti Nugroho, Nurhayaty Natsir**)

Latar belakang: Kebersihan *smear layer* pada saluran akar terutama di daerah kritis sepertiga apikal dinding saluran akar merupakan salah satu faktor keberhasilan perawatan endodontik. *Smear layer* yang masih tertinggal dalam saluran akar akan mengganggu proses penyembuhan, menurunkan efek bahan medikamen selama perawatan dan mengurangi kekuatan bahan *sealer* saat prosedur obturasi. Daun kelor (*Moringa oleifera*) merupakan bahan alam yang mengandung senyawa asam fenol dan saponin yang berpotensi menurunkan tegangan permukaan untuk menghilangkan *smear layer*. **Tujuan:** Mengevaluasi kebersihan *smear layer* pada sepertiga apikal dinding saluran akar pada gigi yang diirigasi nanopartikel ekstrak daun kelor konsentrasi 5% dan 10%. **Metode:** Penelitian *experimental laboratory in vitro* dengan *post test with control group design*. Sebanyak 30 gigi premolar permanen rahang bawah didekorasi hingga panjang gigi rata-rata 13 mm. Gigi dibagi menjadi 5 kelompok, dengan 6 sampel tiap kelompok dan tiap sampel diirigasi sebanyak 5 ml selama 5 menit. Kelompok I (kontrol negatif), diirigasi dengan aquades steril, kelompok II (kontrol positif) diirigasi dengan NaOCl 5,25%, kelompok III (kontrol positif) diirigasi dengan kombinasi NaOCl 5,25% dan EDTA 17%, kelompok IV (kelompok uji), diirigasi dengan nanopartikel ekstrak daun kelor 5% dan kelompok V (kelompok uji), diirigasi dengan nanopartikel ekstrak daun kelor 10%. Seluruh sampel dilakukan uji kebersihan *smear layer* pada sepertiga apikal dinding saluran akar menggunakan CLSM. **Hasil:** Nilai rerata kebersihan *smear layer* pada sepertiga apikal dinding saluran akar yang tertinggi yaitu kelompok IV dan V namun tidak berbeda secara signifikan dengan kelompok III. Kelompok IV dan V secara signifikan lebih tinggi daripada kelompok II dan I, sedangkan yang terendah yaitu kelompok I. **Kesimpulan:** Nanopartikel ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) 5% dan 10% efektif membersihkan *smear layer* pada sepertiga apikal dinding saluran akar.

Kata kunci: *Moringa oleifera*, nanopartikel, *smear layer*, *Confocal Laser Scanning Microscope*

MUSTHIKA JATHIASIH: Leaf Extract Nanoparticles *Moringa oleifera* 5% and 10% *Smear Layer* on the Apical Third of Root Canal Walls.
(Supervised by: **Juni Jekti Nugroho, Nurhayaty Natsir**)

Background: The cleanliness *smear layer* on the root canal, especially in the critical area of the apical third of the root canal wall, is one of the success factors for endodontic treatment. *Smear layer* that is still left in the root canal will interfere with the healing process, reduce the effect of the medicament material during treatment and reduce the strength of the *sealer* during the obturation procedure. Moringa leaf (*Moringa oleifera*) is a natural ingredient that contains phenolic acids and saponins that have the potential to reduce surface tension to remove the *smear layer*. **Objective:** To evaluate the cleanliness *smear layer* on the apical third of the root canal wall in teeth irrigated with 5% and 10% Moringa leaf extract nanoparticles. **Method:** *vitro experimental laboratory with post test with control group design*. A total of 30 mandibular permanent premolars were decorated to an average tooth length of 13 mm. The teeth were divided into 5 groups, with 6 samples per group and each sample was irrigated with 5 ml for 5 minutes. Group I (negative control), irrigated with sterile distilled water, group II (positive control) irrigated with 5,25% NaOCl, group III (positive control) irrigated with a combination of 5,25% NaOCl and 17% EDTA, group IV (test group) , irrigated with 5% moringa leaf extract nanoparticles and group V (test group), irrigated with 10% moringa leaf extract nanoparticles. All samples were tested for cleanliness of the *smear layer* on the apical third of the root canal wall using CLSM. **Result:** Average score cleanliness *smear layer* on the apical third of the root canal wall the highest are groups IV and V but not significantly different from group III. Groups IV and V were significantly higher than groups II and I, while the lowest was group I. **Conclusion:** Moringa leaf extract nanoparticles (*Moringa oleifera*) 5% and 10% were effective in cleaning *smear layer* on the apical third of the root canal wall.

Keywords: *Moringa oleifera*, nanoparticles, *smear layer*, *Confocal Laser Scanning Microscope*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PRASYARAT GELAR	ii
PENGESAHAN UJIAN TESIS	iii
PENETAPAN PANITIA PENGUJI	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. <i>Smear Layer</i>	5
2.2. Irigasi Saluran Akar	7
2.2.1. Natrium Hipoklorit (NaOCl).....	8
2.2.2. <i>Ethylenediaminetetraacetid Acid (EDTA)</i>	9

2.3. Kelor (<i>Moringa oleifera</i>)	9
2.3.1. Taksonomi Kelor (<i>Moringa oleifera</i>)	10
2.3.2. Morfologi Kelor (<i>Moringa oleifera</i>)	10
2.3.3. Kandungan Kelor (<i>Moringa oleifera</i>)	11
2.4. Nanopartikel	13

BAB III. KERANGKA TEORI DAN KERANGKA KONSEP

3.1. Kerangka Teori	15
3.2. Kerangka Konsep	16
3.3. Hipotesis	17
3.4. Keterbatasan Penelitian	17

BAB IV. METODOLOGI PENELITIAN

4.1. Rancangan Penelitian	18
4.1.1. Jenis Penelitian	18
4.1.2. Desain Penelitian	18
4.2. Waktu dan Lokasi Penelitian	18
4.2.1. Waktu Penelitian	18
4.2.2. Lokasi Penelitian	18
4.3. Identifikasi Sampel Penelitian	19
4.3.1. Sampel Penelitian	19
4.3.2. Kriteria Sampel	19
4.3.3. Perhitungan Besar Sampel	19
4.4. Variabel Penelitian	20
4.4.1. Variabel Independen	29

4.4.2. Variabel Dependen	21
4.4.3. Variabel Antara	21
4.4.4. Variabel Kendali	21
4.4.5. Variabel Random	21
4.5. Definisi Operasional Prosedur	21
4.6. Alat dan Bahan Penelitian	22
4.6.1. Alat Penelitian	22
4.6.2. Bahan Penelitian	24
4.7. Prosedur Penelitian	24
4.7.1. Sterilisasi Alat	24
4.7.2. Pembuatan Ekstrak Daun Kelor (<i>Moringa oleifera</i>)	25
4.7.3. Pembuatan Nanopartikel Ekstrak Daun Kelor (<i>Moringa oleifera</i>)	26
4.7.4. Pemeriksaan Fitokimia Nanopartikel Ekstrak Daun Kelor (<i>Moringa oleifera</i>)	27
4.7.5. Prosedur Kerja	29
4.7.6. Uji Kebersihan <i>Smear Layer</i>	30
4.8. Analisis Data	
4.8.1. Jenis Data	31
4.8.2. Pengolahan Data	31
4.8.3. Penyajian Data	32
4.9. Alur Penelitian	33

BAB V. HASIL PENELITIAN

5.1. Hasil Pemeriksaan *Smear Layer* Sepertiga Apikal Dinding

Saluran Akar 34

5.2. Hasil Analisis Data Kebersihan *Smear Layer* Sepertiga Apikal

Dinding Saluran Akar 37

BAB VI. PEMBAHASAN 40

BAB VII. KESIMPULAN DAN SARAN 46

DAFTAR PUSTAKA 47

LAMPIRAN 53

DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

Lambang / Singkatan	Arti dan Keterangan
NaOCl	Natrium Hipoklorit
EDTA	<i>Ethylenediaminetetraacetic acid</i>
CLSM	<i>Confocal Laser Scanning Microscope</i>
NEDK	Nanopartikel Ekstrak Daun Kelor

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1. <i>Scanning electron microscope</i> (SEM)	6
2.2. <i>Moringa oleifera</i>	6
5.1. Gambaran <i>smear layer</i> menggunakan larutan irigasi aquades steril	35
5.2. Gambaran <i>smear layer</i> menggunakan kombinasi larutan irigasi NaOCl 5,25% dan EDTA 17%	35
5.3. Gambaran <i>smear layer</i> menggunakan kombinasi larutan irigasi NaOCl 5,25% dan EDTA 17%	35
5.4. Gambaran <i>smear layer</i> menggunakan larutan irigasi nanopartikel ekstrak daun kelor (<i>Moringa oleifera</i>) 5%	35
5.5. Gambaran <i>smear layer</i> menggunakan larutan irigasi nanopartikel ekstrak daun kelor (<i>Moringa oleifera</i>) 10%	35

DAFTAR TABEL DAN DIAGRAM

	Halaman
5.1. Distribusi skoring kebersihan sepertiga apikal dinding saluran akar yang diirigasi menggunakan larutan irigasi	36
5.2. Nilai rata-rata uji efektivitas larutan irigasi terhadap kebersihan <i>smear layer</i> pada sepertiga apikal dinding saluran akar	38
5.3. Hasil uji statistik <i>post hoc Mann Whitney</i> efektivitas larutan irigasi terhadap kebersihan <i>smear layer</i> pada sepertiga apikal dinding saluran akar	38

DAFTAR LAMPIRAN

- A. Rekomendasi etik penelitian
- B. Sertifikat nanopartikel ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*)
- C. Hasil analisis uji statistik menggunakan SPSS 26.0 for windows 7.0
- D. Proses pembuatan nanopartikel ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*)
- E. Proses persiapan sampel dan uji kebersihan *smear layer* dengan CLSM

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Keberhasilan perawatan endodontik dapat dipengaruhi oleh kebersihan saluran akar dari *smear layer*. McComb dan Smith menyatakan bahwa *smear layer* adalah lapisan amorf tidak beraturan yang terbentuk saat preparasi saluran akar. Keberadaan *smear layer* merupakan topik yang sering dibahas karena menjadi salah satu faktor kegagalan perawatan endodontik (Shehadat, 2017). Hal tersebut dikarenakan *smear layer* dapat menurunkan permeabilitas dentin, menghambat penetrasi desinfektan intrakanal maupun medikamen serta menghalangi bahan *sealer* masuk ke dalam tubulus dentin (Vemuri *et al.*, 2016; Shehadat, 2017).

Beberapa peneliti menyarankan sebaiknya *smear layer* dihilangkan menggunakan bahan irigasi terutama pada daerah paling kritis yaitu sepertiga apikal dinding saluran akar karena bentuk, dimensi dan karakter instrumen tidak sesuai dengan anatomi saluran akar sehingga tidak terpreparasi secara maksimal (Amda *et al.*, 2015; Alamoudi, 2019). Bahan irigasi yang sering digunakan dalam perawatan endodontik adalah natrium hipoklorit (NaOCl) dan *ethylenediaminetetraacetic acid* (EDTA).

Kombinasi NaOCl dan EDTA secara bergantian efektif menghilangkan *smear layer* (Vlad *et al.*, 2016). Hal ini disebabkan oleh kemampuan NaOCl sebagai antibakteri serta melarutkan komponen organik dan kemampuan

EDTA dalam melarutkan komponen anorganik. Namun penggunaan kedua bahan irigasi tersebut memiliki kelemahan yaitu NaOCl bersifat toksik pada jaringan periapikal serta aroma dan rasa yang kurang menyenangkan (Borzini *et al.*, 2016; Razmi *et al.*, 2016; Mookhtiar *et al.*, 2019).

Efek samping dari salah satu bahan irigasi tersebut merupakan alasan menggunakan inovasi bahan alam sebagai alternatif bahan irigasi, salah satunya yaitu daun kelor (*Moringa oleifera*) (Kou *et al.*, 2018; Topbas & Adiguzel, 2017). Daun kelor (*Moringa oleifera*) bersifat antibakteri, memiliki toksisitas rendah, mengandung senyawa saponin yang berperan sebagai surfaktan. Surfaktan mampu menurunkan tegangan permukaan yang dapat menghilangkan jaringan organik dan anorganik sehingga berpotensi menghilangkan *smear layer* (Hijar *et al.*, 2018).

Efektivitas kandungan farmakologi daun kelor (*Moringa oleifera*) dianggap lebih aman digunakan karena diperoleh langsung dari ekstrak tanaman tersebut. Namun ternyata sediaan ekstrak memiliki kelemahan yaitu bioavailabilitasnya menurun (Julianawati, Hendarto & Widjiati, 2020). Salah satu cara untuk meningkatkan bioavailabilitas senyawa aktif daun kelor (*Moringa oleifera*) yaitu membuat partikel koloid padat berupa nanopartikel berdiameter 1-100 nm yang diharapkan mampu meningkatkan penyerapan manfaat farmakologi daun kelor (*Moringa oleifera*) (Bolhassani *et al.*, 2014; Julianawati, Hendarto & Widjiati, 2020). Berdasarkan penjelasan mengenai manfaat kandungan daun kelor (*Moringa oleifera*) yang dapat merubah ukuran partikel lebih efektif, membuat penulis tertarik untuk meneliti

efektivitas larutan nanopartikel ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) sebagai alternatif bahan irigasi dalam menghilangkan *smear layer*.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan, maka dirumuskan masalah yaitu: Apakah larutan nanopartikel ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) efektif dalam menghilangkan *smear layer* pada sepertiga apikal dinding saluran akar?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

Mengetahui efektivitas larutan nanopartikel ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) konsentrasi 5% dan 10% dalam menghilangkan *smear layer* pada sepertiga apikal dinding saluran akar.

2. Tujuan Khusus

- a. Membandingkan efektivitas larutan nanopartikel ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) konsentrasi 5% dan 10% terhadap NaOCl 5,25% dalam menghilangkan *smear layer* pada sepertiga apikal dinding saluran akar.
- b. Membandingkan efektivitas larutan nanopartikel ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) konsentrasi 5% dan 10% terhadap kombinasi NaOCl 5,25% dan EDTA 17% dalam menghilangkan *smear layer* pada sepertiga apikal dinding saluran akar.

1.4. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Klinis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi bagi dokter gigi dan dokter gigi spesialis konservasi gigi pada khususnya mengenai manfaat dan potensi nanopartikel ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) sebagai alternatif bahan irigasi dalam menghilangkan *smear layer* pada perawatan saluran akar.

2. Manfaat IPTEK

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memperluas ilmu pengetahuan dan memperkaya inovasi teknologi nanopartikel terhadap pemanfaatan bahan alam dalam dunia kedokteran gigi, khususnya pada bidang konservasi gigi sebagai alternatif bahan irigasi pada perawatan saluran akar.

BAB II

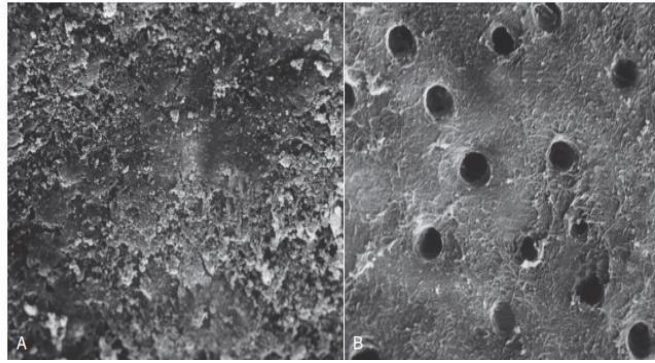
TINJUAN PUSTAKA

2.1. *Smear Layer*

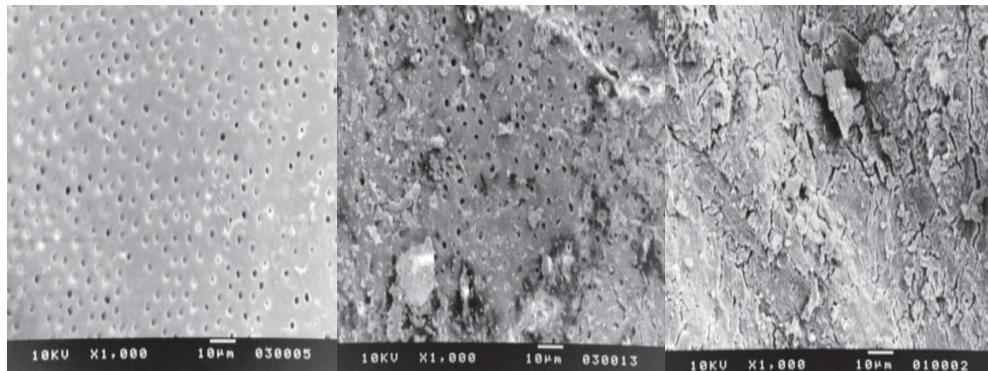
Smear layer merupakan lapisan yang terbentuk saat prosedur *cleaning and shaping* dan menutup permukaan saluran akar selama perawatan endodontik (Setianingrum, 2017; Shehadat, 2017). Komposisi *smear layer* belum diketahui secara pasti, namun beberapa penelitian menyatakan bahwa *smear layer* mengandung komponen organik dan anorganik (Kocani, 2012).

Komponen organik *smear layer* berasal dari jaringan pulpa vital maupun nekrotik, koagulan protein, kolagen, saliva, prosesus odontoblas dan mikroorganisme, sedangkan komponen anorganik meliputi kontaminan anorganik non spesifik debris dentin yang mengandung kalsium hidroksiapatit dan trikalsium fosfat (Kocani, 2012; Shehadat, 2017).

Morfologi *smear layer* terdiri atas dua lapisan, yaitu lapisan superfisial yang tipis dan melekat pada dentin, memiliki ketebalan 1-2 μm dan terdiri dari komponen organik dan partikel dentin serta lapisan *smear plug* yang melekat pada dentin meluas hingga ke tubulus dentinalis sampai kedalaman 40 μm , memiliki partikel kecil dan sebagian besar terbentuk saat prosedur *cleaning and shaping* (Yadav et al., 2017; Alamoudi, 2019).



Gambar 2.1. *Scanning Electron Microscope* (SEM). A. Dinding saluran akar dengan *smear layer* yang tidak dilarutkan. B. Tubulus dentinalis terbuka, *smear layer* dilarutkan dengan EDTA 17%. **Sumber:** Torabinejad & Walton. *Endodontics principles and practice* 5th Ed. Elsevier. 2015.



Gambar 2.2. *Scanning Electron Microscope* (SEM). A. Dinding saluran akar tanpa *smear layer* dan tubulus dentinalis terbuka. B. Permukaan saluran akar dengan *smear layer* moderate tubulus dentinalis tertutup. C. Permukaan saluran akar yang tertutup seluruhnya oleh *smear layer*. **Sumber:** Candeiro *et al.*, *A Comparative Scanning Electron Microscopy Evaluation of Smear Layer Removal with Apple Vinegar and Sodium Hypochlorite Associated with EDTA*. 2011.

Ketebalan *smear layer* dinding saluran akar tergantung dari anatomi saluran akar, karakteristik jaringan dentin dan teknik preparasi yang digunakan selama prosedur *cleaning and shaping*. Preparasi menggunakan *rotary* instrumen seperti *Protaper Next* file menghasilkan dinding saluran akar 75% lebih bersih karena menggunakan jenis *NiTi* file yang memiliki potongan *rectangular section* dengan hasil preparasi memusat pada saluran akar, transportasi apikal lebih rendah, aman dan efisien jika dibandingkan secara manual (Violich & Chandler, 2010; Amda *et al.*, 2015).

Kontroversi mengenai *smear layer* masih menjadi topik hangat di bidang endodontik hingga saat ini. Pendapat yang paling sering muncul menyatakan bahwa *smear layer* seharusnya dihilangkan dari saluran akar karena akan menghambat penyembuhan dan menurunkan efek bahan medikamen selama perawatan (Violich & Chandler, 2010; Yadav *et al.*, 2017).

2.2. Irigasi Saluran Akar

Irigasi saluran akar memiliki peran penting selama perawatan endodontik untuk memperkuat pembersihan dan desinfeksi daerah sistem saluran akar yang kurang maksimal dijangkau oleh instrumen saat prosedur *cleaning and shaping*. Fungsi lain irigasi saluran akar yaitu mengeluarkan debris, menguraikan jaringan organik dan anorganik, melubrikasi saluran akar dan mencegah pembentukan *smear layer* pada dinding saluran akar (Hargreaves & Berman, 2016).

Efektivitas irigasi saluran akar dalam mencegah pembentukan *smear layer* menjadi salah satu kunci keberhasilan perawatan endodontik. Maka dari itu, bahan irigasi saluran akar sebaiknya memenuhi syarat ideal diantaranya yaitu bersifat antimikroba, non toksik dan tidak mengiritasi jaringan, mampu menghilangkan jaringan vital maupun nekrotik, mampu mendesinfeksi tubulus dentinalis serta mampu menghilangkan *smear layer* setelah proses *cleaning and shaping* (Borzini *et al.*, 2016).

Bahan irigasi diharapkan mampu membersihkan saluran akar hingga ke sepertiga apikal dengan kompleksitas anatomi saluran akar. Menurut Weiger

(2002), daerah sepertiga apikal merupakan daerah yang paling sulit dipreparasi selama perawatan endodontik. Hal ini disebabkan karena anatomi saluran akar yang kompleks terkadang tidak sesuai dengan bentuk, dimensi serta karakter dari instrumen yang digunakan sehingga sulit untuk dijangkau. Maka dari itu dibutuhkan bahan irigasi optimal untuk membersihkan saluran akar sampai ke sepertiga apikal agar menunjang keberhasilan perawatan endodontik (Amda *et al.*, 2015).

Hingga saat ini, belum ada bahan irigasi tunggal yang dapat memenuhi syarat ideal sehingga penggunaannya harus dikombinasi untuk meningkatkan efek kerja (Hargreaves & Berman, 2016). Beberapa bahan irigasi yang sering digunakan dalam perawatan endodontik adalah :

2.2.1. Natrium Hipoklorit (NaOCl)

Natrium hipoklorit (NaOCl) merupakan bahan irigasi dengan konsentrasi 0,5-6% yang mampu membersihkan jaringan vital maupun nekrotik dengan memecah protein menjadi asam amino (Hargreaves & Berman, 2016; Vajhrabaya *et al.*, 2017).

Dalam bidang endodontik, NaOCl memiliki aktivitas antibakteri spektrum luas melawan mikroorganisme dan biofilm sistem saluran akar, termasuk mikroba yang sulit disingkirkan dari saluran akar, seperti *Enterococcus faecalis*, *Actinomyces* dan *Candida* (Hargreaves & Berman, 2016). Penelitian yang dilakukan oleh Retamozo *et al.* (2010) menunjukkan bahwa NaOCl 5,25% merupakan konsentrasi paling efektif untuk menghilangkan *E. faecalis*.

Sisi lain, NaOCl bersifat toksik, memiliki tegangan permukaan tinggi sehingga kurang bisa berpenetrasi ke saluran akar yang lebih dalam, aroma dan rasa yang kurang menyenangkan serta keterbatasan membersihkan keseluruhan *smear layer* anorganik sehingga saat aplikasi harus dikombinasikan dengan bahan *chelating* (Agrawal *et al.*, 2014; Hargreaves & Berman, 2016; Vlad *et al.*, 2016).

2.2.2. Ethylenediaminetetraacetid Acid (EDTA)

Ethylenediaminetetraacetid acid (EDTA) adalah bahan *chelating* yang paling sering digunakan dengan konsentrasi berkisar 15%-17%. Bahan ini memiliki kemampuan menghilangkan *smear layer* anorganik dengan cara mendemineralisasi jaringan anorganik (Agrawal, 2014; Alamoudi, 2017). *Ethylenediaminetetraacetid acid* relatif tidak toksik, sedikit menyebabkan iritasi dan lebih efektif pada pH netral daripada pH tinggi saat prosedur *cleaning and shaping*. Pada konsentrasi 17%, EDTA sebagai bahan irigasi mampu mendekalsifikasi dentin selama 5 menit pada kedalaman 20-30 μm sehingga efektif menghilangkan *smear layer* saluran akar. Aplikasi EDTA 17% selama 1 menit menggunakan teknik irigasi aktivasi ultrasonik juga efektif menghilangkan *smear layer* dan debris pada bagian apikal saluran akar (Agrawal *et al.*, 2014; Hargreaves & Berman, 2016; Shehadat, 2017).

2.3. Daun Kelor (*Moringa oleifera*)

Tanaman kelor (*Moringa oleifera*) berasal dari India dan banyak pula ditemui di Indonesia serta memiliki banyak manfaat (Zakiya, Mulqie &

Fitrianingsih, 2019). Tanaman ini banyak digunakan sebagai sumber makanan hingga kosmetik karena memiliki banyak nutrisi terutama pada bagian daun. Daun kelor (*Moringa oleifera*) juga dimanfaatkan sebagai bahan pengobatan seperti malaria, hipertensi dan diabetes melitus (Jimenez, Almatrafi & Fernandez, 2018).

2.3.1. Taksonomi Daun Kelor (*Moringa oleifera*)

Kedudukan taksonomi kelor (*Moringa oleifera*) yang sering ditemukan pada iklim subtropis maupun tropis yaitu (Tilong, 2012):

Kerajaan	: <i>Plantae</i>
Sub kerajaan	: <i>Tracheobionta</i>
Superdivisi	: <i>Spermatophyta</i>
Divisi	: <i>Magnoliophyta</i>
Kelas	: <i>Magnoliopsida</i>
Subkelas	: <i>Dilleniidae</i>
Bangsa	: <i>Capparales</i>
Suku	: <i>Moringaceae</i>
Genus	: <i>Moringa</i>
Spesies	: <i>Moringa oleifera</i>

2.3.2. Morfologi Daun Kelor (*Moringa oleifera*)

Kelor (*Moringa oleifera*) merupakan tanaman yang berasal dari Afrika dan Asia serta paling sering ditemukan di sepanjang dataran India barat, yang memiliki nama genus *Moringaceae*. Tanaman ini dapat hidup di iklim tropis dan subtropis dengan ketinggian 5 hingga 10 meter (Jimenez, Almatrafi &

Fernandez, 2018). Kelor (*Moringa oleifera*) dapat ditanam kurang lebih selama 3 - 6 bulan, memiliki daun majemuk berwarna hijau, seluruh tepinya tidak bergerigi dan panjangnya 1 - 2 cm (Dhakar *et al.*, 2014).



Gambar 2.3. *Moringa oleifera*. **Sumber:** Raja, *et al.*, *Moringa oleifera - An Overview*. 2016.

2.3.3. Kandungan Daun Kelor (*Moringa oleifera*)

Daun kelor (*Moringa oleifera*) memiliki kandungan bahan bioaktif, seperti vitamin A, B, C, D, dan E, serotonin, alkaloid, saponin, polifenol, flavanoid, asam amino esensial dan asam fenol (Wang, Chen & Wu, 2016). Kandungan aktif tersebut berfungsi sebagai antimikroba dan antiinflamasi, selain itu kelor juga berpotensi sebagai antipiretik, antihipertensi, antiarthritis, analgesik, antifertilitas, antiplasmodium, antigastritis hingga antiasma (Pandey *et al.*, 2012; Ganatra *et al.*, 2012; Gopalakrishnan, Doriya & Kumar, 2016; Nurulita *et al.*, 2019).

Penelitian Ojiako (2014) menyatakan ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) mengandung tanin 8,22%, saponin 1,75%, fenol 0,19% sebagai antimikroba dan flavanoid (Sally *et al.*, 2014). Mekanisme bahan aktif antibakteri ini dengan cara meningkatkan permeabilitas dinding sel bakteri

sehingga membran sel bakteri rusak dan bakteri lisis (Esimone *et al.*, 2006; Ojiako, 2014).

Saponin merupakan glikosida alami yang terkait dengan steroid alkaloid atau triterpena. Saponin memiliki aktivitas farmakologi yang cukup luas yaitu imunomodulator, antitumor, antiinflamasi, antivirus, antijamur, efek hipoglikemik dan efek hipokolesterol (Nawaekasari, 2012). Senyawa ini mempunyai mekanisme antibakteri dengan cara menurunkan tegangan permukaan yang mengakibatkan naiknya permeabilitas atau kebocoran sel bakteri dan senyawa intraseluler keluar (Arabski *et al.*, 2012; Podolak, Galanty & Sobolewska, 2010).

Tanin termasuk senyawa fenol dengan berat molekul besar, terdiri dari gugus hidroksil dan beberapa gugus yang bersangkutan seperti karboksil untuk membentuk kompleks kuat yang efektif dengan protein dan beberapa makromolekul (Nawaekasari, 2012).

Flavonoid berfungsi sebagai antioksidan dan juga sebagai antimikrobia, antivirus, antioksidan, antihipertensi serta mengobati gangguan fungsi hati. Flavonoid bersifat bakteriostatik dalam menghambat pertumbuhan bakteri (Ganatra *et al.*, 2012). Selain flavonoid, kelor (*Moringa oleifera*) juga mengandung senyawa seperti asam askorbat, fenolik dan karotenoid. Tingginya konsentrasi asam askorbat, zat estrogen dan β -sitosterol, besi, kalium, fosfor, tembaga, vitamin A dan B membuat kelor (*Moringa oleifera*) memiliki banyak manfaat bagi kesehatan (Nawaekasari, 2012).

2.4. Nanopartikel

Beberapa tahun terakhir, perkembangan produk nanoteknologi terus meningkat. Nanoteknologi merupakan salah satu teknologi yang mengacu pada manipulasi materi pada skala atom, molekul dan supramolekul yang melibatkan molekul berukuran kurang dari 100 nm (Ayumi, Sumaiyah & Masfria, 2018; Riad & Ibrahim, 2021). Aplikasi nanoteknologi dalam bidang kimia, biologi, fisika, ilmu material, teknik dan rekayasa genetika menjadi sangat menarik di beberapa tahun terakhir (Kurniasari & Atun, 2017; Riad & Ibrahim, 2021). Pengembangan nanoteknologi juga sangat pesat yaitu sebagai *nanomedicine*, nanoemulsi dan nanopartikel.

Salah satu jenis penelitian nano yaitu nanopartikel, merupakan struktur yang memiliki dimensi ukuran 1-100 nm dan mampu meningkatkan bioavailabilitasnya jika dibandingkan dengan proses ekstraksi. Semakin hari semakin diakui dalam aplikasi perawatan kesehatan medis (Faedmaleki *et al.*, 2014; Chaloupka, Malam & Seifalan, 2010) karena tujuan utama penggunaan teknologi ini adalah untuk mengatur ukuran partikel, sifat-sifat permukaan dan efektivitas senyawa aktif herbal (Rizkayanti, Diah & Jura, 2017; Julianawati, Hendarto & Widjiati, 2020).

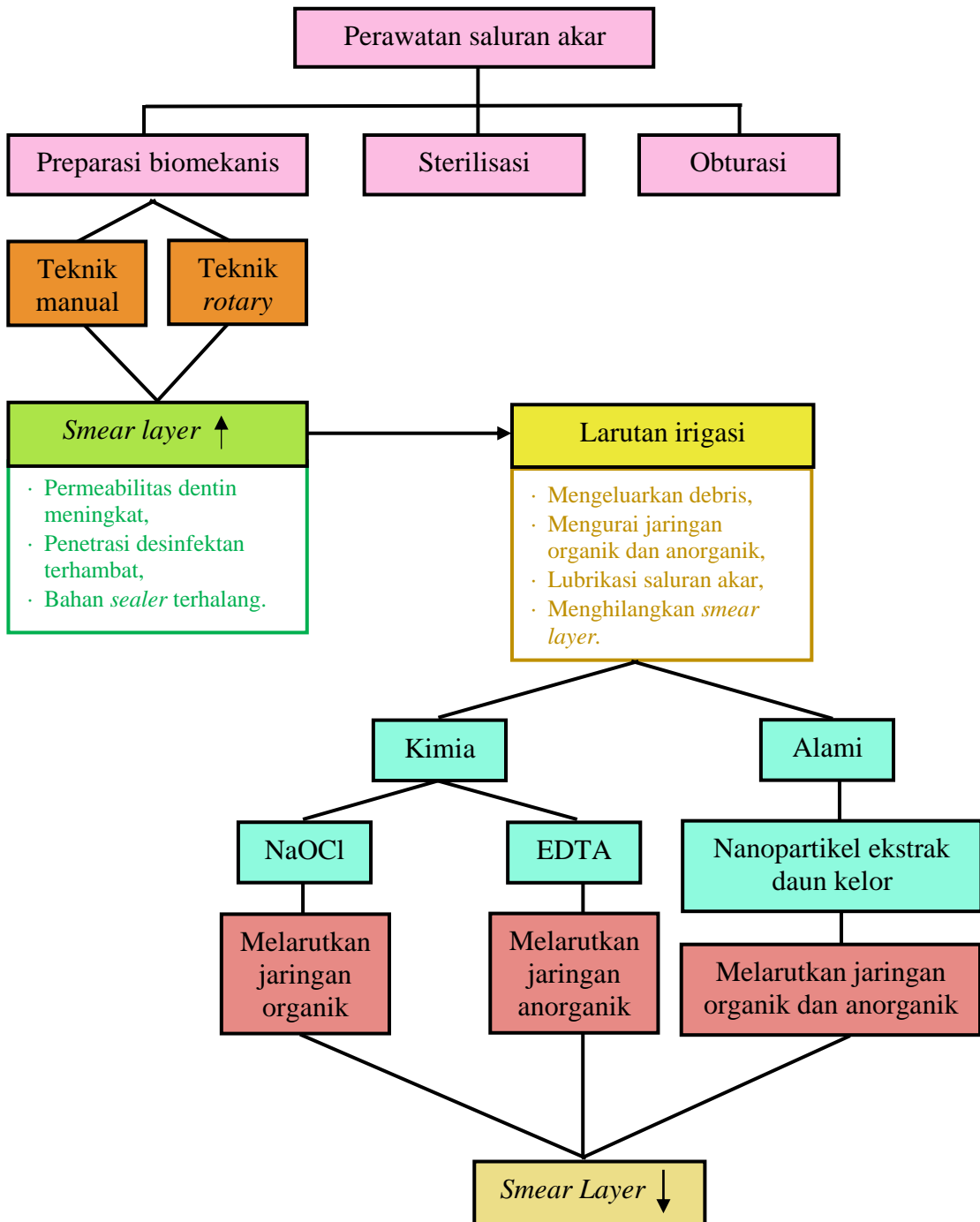
Sifat-sifat nanopartikel diantaranya yaitu lebih efisien meskipun pada konsentrasi rendah serta luas permukaan yang besar terhadap rasio volume. Kelebihan dari sifat nanopartikel ini menjadi perhatian bagi peneliti dunia sehingga dikembangkan dan diaplikasikan secara luas seperti dalam bidang

biomedis, elektronik dan optik (Duncan & Bevan, 2015; Riad & Ibrahim, 2021).

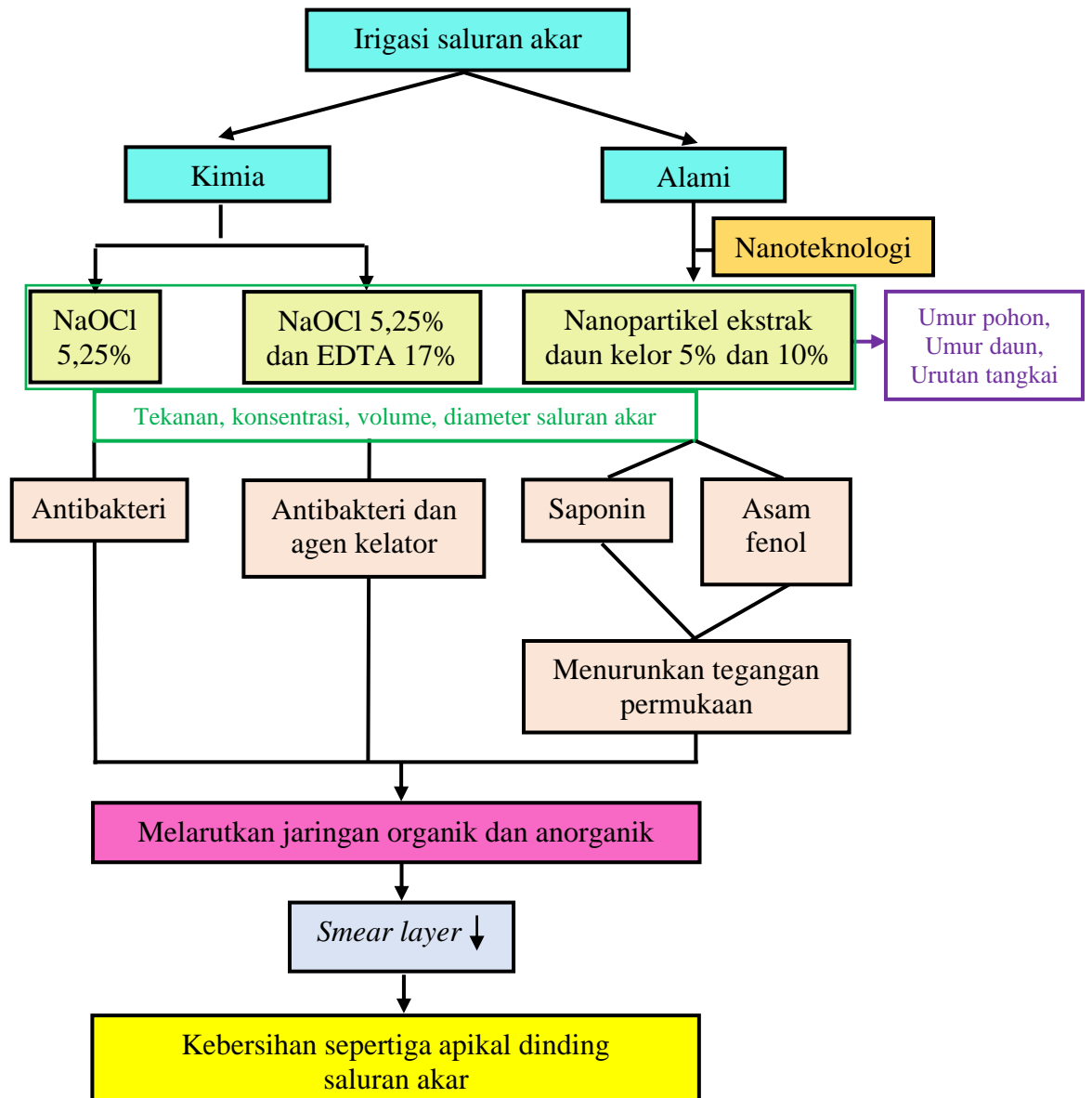
BAB III

KERANGKA PENELITIAN DAN HIPOTESIS

3.1. Kerangka Teori



3.2. Kerangka Konsep



Keterangan:

- Variabel independen
 Variabel dependen
 Variabel random
- Variabel antara
 Variabel kendali

3.3. Hipotesis

1. Larutan nanopartikel ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) 5% dan 10% efektif menghilangkan *smear layer* pada sepertiga apikal dinding saluran akar dibandingkan dengan NaOCl 5,25%.
2. Larutan nanopartikel ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) 5% dan 10% efektif menghilangkan *smear layer* pada sepertiga apikal dinding saluran akar dibandingkan dengan NaOCl 5,25% dan EDTA 17%.

3.4. Keterbatasan Penelitian

Keterbatasan penelitian ini adalah pemetikan daun kelor (*Moringa oleifera*) yang dilakukan secara acak tanpa memperhatikan umur pohon, umur daun dan urutan tangkai. Selain itu untuk sampel uji tidak dilakukan pengamatan kedalaman penetrasi larutan irigasi.