

**EFEKTIVITAS CHLORINE DIOXIDE KONSENTRASI
0,3% TERHADAP KEBERSIHAN SEPERTIGA
APIKAL SALURAN AKAR DENGAN
TEKNIK AGITASI SONIK**

SKRIPSI



**Oleh:
Aulia Dina Anjanmo
04031282025042**

**BAGIAN KEDOKTERAN GIGI DAN MULUT
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
PALEMBANG
2024**

**EFEKTIVITAS CHLORINE DIOXIDE KONSENTRASI
0,3% TERHADAP KEBERSIHAN SEPERTIGA
APIKAL SALURAN AKAR DENGAN
TEKNIK AGITASI SONIK**

**Diajukan sebagai persyaratan untuk memperoleh Gelar Sarjana Kedokteran
Gigi Universitas Sriwijaya**

**Oleh:
Aulia Dina Anjanmo
04031282025042**

**BAGIAN KEDOKTERAN GIGI DAN MULUT
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
PALEMBANG
2024**

HALAMAN PERSETUJUAN

DOSEN PEMBIMBING

Skripsi yang berjudul:

**EFEKTIVITAS CHLORINE DIOXIDE KONSENTRASI
0,3% TERHADAP KEBERSIHAN SEPERTIGA
APIKAL SALURAN AKAR DENGAN
TEKNIK AGITASI SONIK**

**Diajukan sebagai persyaratan untuk memperoleh Gelar Sarjana Kedokteran
Gigi Universitas Sriwijaya**

Palembang, Mei 2024

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



drg. Listia Eka Merdekawati, Sp.KG
NIP. 198408172009032006

Dosen Pembimbing II



drg. Danica Anastasia, Sp.KG
NIP. 198401312010122002

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

EFEKTIVITAS CHLORINE DIOXIDE KONSENTRASI 0,3%
TERHADAP KEBERSIHAN SEPERTIGA APIKAL SALURAN
AKAR DENGAN TEKNIK AGITASI SONIK

Disusun oleh:
Aulia Dina Anjanmo
04031282025042

Skripsi ini telah diuji dan dipertahankan di depan Tim Penguji
Bagian Kedokteran Gigi dan Mulut
Tanggal 29 Bulan Mei Tahun 2024
Yang terdiri dari:

Dosen Pembimbing I

drg. Listia Eka Merdekawati, Sp.KG
NIP. 198408172009032006

Dosen Pembimbing II

drg. Danica Anastasia, Sp.KG
NIP. 198401312010122002

Dosen Penguji I

drg. Merryca/Bellinda, MPH, Sp.KG
NIP. 198507312010122005

Dosen Penguji II

drg. Rinda Yulianti, Sp.KG
NIP. 197607122006042008



Mengetahui,
Ketua Bagian Kedokteran Gigi dan Mulut
Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya

drg. Siti Rusdiana Puspa Dewi, M.Kes
NIP. 198012022006042002

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan:

1. Karya tulis saya, skripsi ini, adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (S.K.G), baik di Universitas Sriwijaya maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Tim Pembimbing dan masukan Tim Penguji.
3. Isi pada karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas tercantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pelaksanaan prosedur penelitian yang dilakukan dalam proses pembuatan karya tulis ini adalah sesuai dengan prosedur penelitian yang tercantum.
5. Hasil penelitian yang dicantumkan pada karya tulis ini adalah benar hasil yang didapatkan pada saat penelitian, dan bukan hasil rekayasa.
6. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Palembang, 29 Mei 2024
Yang membuat pernyataan



Aulia Dina Anjanmo
NIM. 04031282025042

HALAMAN PERSEMBAHAN

لَا يُكَلِّفُ اللَّهُ نَفْسًا إِلَّا وُسْعَهَا

*"Allah tidak membebani seseorang, kecuali menurut kesanggupannya"
(Qs. Al Baqarah: 286)*

*"Bersemangatlah atas hal-hal yang bermanfaat bagimu. Minta tolonglah pada Allah, jangan engkau lemah."
(HR. Muslim)*

Skripsi ini khusus saya persembahkan untuk ayah dan ibu tersayang, serta Afina yang selalu mendoakan, mendukung, membantu, dan memberikan semangat tiada henti kepada penulis

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur bagi Allah SWT. atas rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Efektivitas Chlorine Dioxide Konsentrasi 0,3% terhadap Kebersihan Sepertiga Apikal Saluran Akar dengan Teknik Agitasi Sonik”, sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Kedokteran Gigi di Bagian Kedokteran Gigi dan Mulut, Fakultas Kedokteran, Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak akan terselesaikan tanpa doa, dukungan, bantuan, bimbingan, dan nasihat dari berbagai pihak selama penyusunan skripsi ini. Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan terima kasih setulus-tulusnya kepada:

1. Allah SWT. yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Dr. H. Syarif Husin, M.S. selaku Dekan Fakultas Kedokteran, Universitas Sriwijaya.
3. drg. Siti Rusdiana Puspa Dewi, M.Kes selaku Ketua Bagian Kedokteran Gigi dan Mulut, Fakultas Kedokteran, Universitas Sriwijaya.
4. drg. Listia Eka Merdekawati, Sp.KG dan drg. Danica Anastasia, Sp.KG selaku dosen pembimbing skripsi yang telah meluangkan waktu di tengah kesibukannya untuk membimbing, memberikan nasihat, arahan, motivasi, semangat, dan memfasilitasi alat penelitian bagi penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
5. drg. Merryca Bellinda, MPH, Sp.KG dan drg. Rinda Yulianti, Sp.KG selaku dosen penguji skripsi atas saran, masukan, dan tambahan ilmunya dalam penyusunan skripsi ini.
6. drg. Trisnawaty K, M.Biomed selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan ilmu dan bimbingan selama proses pendidikan penulis.
7. Staf dosen Bagian Kedokteran Gigi dan Mulut, Fakultas Kedokteran, Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu dan bimbingan selama proses pendidikan penulis.
8. Staf tata usaha Bagian Kedokteran Gigi dan Mulut, Fakultas Kedokteran, Universitas Sriwijaya yang telah membantu mengurus berkas dan menyediakan berbagai sarana pendukung selama proses pendidikan penulis.
9. Pak irwanto selaku pengurus Laboratorium Teknik Mesin, Universitas Sriwijaya yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian skripsi ini dengan penuh kesabaran.
10. Pak Eddy Roflin selaku dosen statistika, Universitas Sriwijaya yang telah membantu penulis dalam proses penyusunan skripsi.
11. drg. Karlina yang telah membantu penulis dalam menyediakan ruangan dan alat selama proses penelitian penulis.
12. Anjanmo Family, Ayah Bakdo Cipto Anjanmo dan Ibu Siti Khotijah tersayang yang super hebat yang selalu mendoakan, mendukung, membimbing, menyemangati, dan memberi perhatian kepada penulis.

Adikku Afina Putri Anjanmo yang telah mengirimkan makanan selama penyusunan skripsi ini.

13. Diriku sendiri yang tetap semangat, kuat, dan terus berjalan walaupun lelah, stress, dan menangis dalam penyusunan dan penyelesaian skripsi ini.
14. Aryo legowo yang selalu menyemangati dan mendukung penulis.
15. Kuma, Muffin, dan Cemong yang membantu penulis semangat lagi selama penyusunan skripsi ini.
16. Cekunyem gang sekaligus teman-teman kos penulis, salsa, yuni, tisa, dinda, naur, dan mona yang telah mendukung, menyemangati, membantu, dan tempat keluh kesah selama perkuliahan dan penyusunan skripsi ini.
17. Teman-teman SMP, ama, ilma, silpi, dan tiara yang mendukung dan menyemangati penulis.
18. Kak Mila dan Kak Melsi yang membantu dan selalu direpotkan selama penyusunan skripsi
19. Teman-teman SIERADONTIA yang telah bersama-sama sejak awal perkuliahan untuk saling mendukung dan menguatkan.
20. Semua pihak yang secara langsung atau tidak langsung telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini yang namanya belum bisa disebutkan satu per satu.

Semoga Allah SWT. membalas semua kebaikan dari semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Akhir kata saya ucapkan terima kasih. Semoga karya ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembacanya.

Palembang, 29 Mei 2024

Aulia Dina Anjanmo
NIM. 04031282025042

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
ABTRAK	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.4.1 Manfaat Teoritis	5
1.4.2 Manfaat Praktis	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Telaah Pustaka	7
2.1.1 Anatomi Saluran Akar	7
2.1.2 Perawatan Saluran Akar.....	9
2.1.3 <i>Smear Layer</i>	11
2.1.4 Irigasi Saluran Akar	12
2.1.4.1 Syarat Ideal Bahan Irigasi	12
2.1.4.2 Macam-Macam Bahan Irigasi	13
2.1.5 Teknik Irigasi Saluran Akar	17
2.1.6 <i>Measuring Microscope</i>	19
2.1.6.1 Skala Kebersihan Saluran Akar.....	20
2.2 Kerangka Teori	21
2.3 Hipotesis Penelitian.....	22
BAB 3 METODE PENELITIAN	23
3.1 Jenis Penelitian	23
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	23
3.3 Subjek Penelitian.....	23
3.3.1 Besar Sampel	23
3.3.2 Kriteria Inklusi.....	24
3.3.3 Kriteria Eksklusi	25
3.4 Variabel Penelitian.....	25
3.4.1 Variabel Terikat.....	25
3.4.2 Variabel Bebas	25
3.5 Kerangka Konsep	25
3.6 Definisi Operasional.....	26

3.7 Alat dan Bahan Penelitian	27
3.7.1 Alat Penelitian.....	27
3.7.2 Bahan Penelitian	28
3.8 Prosedur Penelitian.....	28
3.8.1 Preparasi Sampel	28
3.8.2 Evaluasi Sampel.....	32
3.9 Analisis Data.....	33
3.10 Alur Penelitian.....	34
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1 Hasil Penelitian.....	35
4.2 Pembahasan	39
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	43
5.1 Kesimpulan.....	43
5.2 Saran	43
DAFTAR PUSTAKA.....	44
LAMPIRAN.....	48

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Skala Kebersihan Saluran Akar	20
Tabel 2. Definisi Operasional	26
Tabel 3. Skala Interpretasi yang Umum digunakan untuk Statistik Kappa.....	32
Tabel 4. Hasil Uji Statistik <i>Kappa</i>	36
Tabel 5. Hasil Uji Statistik Non-Parametrik <i>Kolmogorov-Smirnov</i>	37
Tabel 6. Hasil Uji Statistik <i>Mean</i>	37
Tabel 7. Hasil Uji Statistik <i>Mann-Whitney</i>	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Anatomi Utama Sistem Saluran Akar.....	8
Gambar 2. Komponen Anatomi Sepertiga Apikal Saluran Akar.....	9
Gambar 3. Diagram Garis yang Menunjukkan Urutan Preparasi Saluran Akar pada Teknik <i>Step Back</i> (A), Teknik <i>Crown Down</i> (B), dan Teknik <i>Hybrid</i> (C)	11
Gambar 4. Sistem Endoactivator dengan Ujung Polimer (Dentsply Tulsa Dental).....	18
Gambar 5. <i>Measuring Microscope</i>	19
Gambar 6. Skala Kebersihan Saluran Akar Torabinejad <i>et al.</i> Dinding Sepertiga Apikal Saluran Akar Skor 1 (A), Dinding Sepertiga Apikal Saluran Akar Skor 2 (B), Dinding Sepertiga Apikal Saluran Akar Skor 3 (C)	20
Gambar 7. Ilustrasi Mahkota Gigi Sampel Dipotong sehingga Tersisa Akar Gigi Berukuran 13 mm.....	29
Gambar 8. Ilustrasi Sampel setelah Dibelah Bukal Lingual	31
Gambar 9. Kelompok Irigasi Menggunakan <i>Chlorine Dioxide</i> 0,3% (A), Kelompok Irigasi Menggunakan Sodium Hipoklorit 2,5%(B)	36

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran 1. Tabel Hasil Penelitian	48
Lampiran 2. Foto Hasil Pengamatan Sepertiga Apikal Saluran Akar dengan Perbesaran 1000x Menggunakan <i>Measuring Microscope</i>	49
Lampiran 3. Hasil Uji Statistik.....	55
Lampiran 4. Alat dan Bahan Penelitian.....	57
Lampiran 5. Prosedur Penelitian	60
Lampiran 6. Surat Izin Penelitian.....	66
Lampiran 7. Surat Keterangan Selesai Penelitian	68
Lampiran 8. Lembar Bimbingan Skripsi.....	69

EFEKTIVITAS CHLORINE DIOXIDE KONSENTRASI 0,3% TERHADAP KEBERSIHAN SEPERTIGA APIKAL SALURAN AKAR DENGAN TEKNIK AGITASI SONIK

Aulia Dina Anjanmo
Bagian Kedokteran Gigi dan Mulut
Fakultas Kedokteran, Universitas Sriwijaya

Abstrak

Latar Belakang: Instrumentasi selama perawatan saluran akar akan menghasilkan *smear layer*. Tahapan irigasi berfungsi menghilangkan debris, pulpa, mikroorganisme, *smear layer*, dan jaringan nekrotik. Sepertiga apikal saluran akar sulit dibersihkan karena variasi anatomi. Teknik agitasi sonik efektif membersihkan *smear layer* di sepertiga apikal karena amplitudo yang besar. NaOCl merupakan bahan irigasi yang banyak digunakan karena bersifat antimikroba berspektrum luas, dapat melarutkan pulpa dan jaringan nekrotik, tetapi dapat menimbulkan nyeri dan inflamasi apabila ekstrusi ke periapikal. Bahan irigasi alternatif yang dapat digunakan adalah ClO₂ karena bersifat antimikroba berspektrum luas, toksisitas rendah, dan dapat melarutkan jaringan organik dan anorganik. **Tujuan:** Mengetahui efektivitas ClO₂ 0,3% dan efektivitas irigasi dengan teknik agitasi sonik terhadap kebersihan *smear layer* pada sepertiga apikal saluran akar. **Metode:** Penelitian eksperimental laboratorium semu menggunakan 30 gigi premolar mandibula permanen yang dibagi menjadi 2 kelompok. Sampel dipreparasi menggunakan teknik *crown down*. Sampel diirigasi sesuai kelompok perlakuan, yaitu kelompok A irigasi menggunakan ClO₂ 0,3% dengan teknik agitasi sonik dan kelompok B irigasi menggunakan NaOCl 2,5% dengan teknik agitasi sonik. Sampel dipotong arah mesio-distal dan dilakukan penilaian kebersihan saluran akar menggunakan *measuring microscope*. Skor kebersihan saluran akar berdasarkan skala kebersihan Torabinejad *et al.* Data dianalisis menggunakan uji *Kappa*, uji *Kolmogorov-Smirnov*, dan uji *Mann-Whitney*. **Hasil:** ClO₂ 0,3% dengan teknik agitasi sonik memiliki rata-rata kebersihan lebih rendah dibandingkan NaOCl 2,5% dengan teknik agitasi sonik, tetapi perbedaan keduanya tidak signifikan ($p = 0,051$). **Kesimpulan:** Larutan ClO₂ 0,3% dengan teknik agitasi sonik efektif dalam membersihkan sepertiga apikal saluran akar.

Kata Kunci: agitasi sonik, *chlorine dioxide*, kebersihan saluran akar

THE EFFECTIVENESS OF CHLORINE DIOXIDE WITH 0,3% CONCENTRATION ON CLEANLINESS OF THE APICAL THIRD OF THE ROOT CANAL USING SONIC AGITATION TECHNIQUE

Aulia Dina Anjanmo
Dentistry Study Program
Faculty of Medicine, Sriwijaya University

Abstract

Background: Instrumentation during root canal treatment will produce a smear layer. The irrigation functions to remove debris, pulp, microorganisms, smear layer, and necrotic tissue. Anatomical variations make the apical third of the root canal difficult to clean. The sonic agitation technique is effective in cleaning the smear layer in the apical third due to its large amplitude. NaOCl is an irrigant that is widely used because it has broad-spectrum antimicrobial properties, and can dissolve necrotic pulp and tissue, but can cause pain and inflammation if extruded periapically. An alternative irrigation material that can be used is ClO₂ because it has broad-spectrum antimicrobial properties, low toxicity, and can dissolve organic and inorganic tissue. **Objective:** To determine the effectiveness of 0.3% ClO₂ and the effectiveness of irrigation using the sonic agitation technique on the cleanliness of the smear layer in the apical third of the root canal. **Methods:** This in-vitro quasi-laboratory experimental study used 30 permanent mandibular premolars divided into 2 groups. Samples were prepared using the crown-down technique. The samples were irrigated according to the treatment group, namely group A was irrigated using 0.3% ClO₂ with a sonic agitation technique, and group B was irrigated using 2.5% NaOCl with a sonic agitation technique. The samples were cut mesio-distally and the root canal cleanliness was assessed using a measuring microscope. The root canal cleanliness score was based on the cleanliness scale of Torabinejad et al. Data were analyzed using the Kappa statistical test, Kolmogorov-Smirnov test, and Mann-Whitney test. **Result:** 0.3% ClO₂ with the sonic agitation technique had a lower average cleanliness than 2.5% NaOCl with the sonic agitation technique, but the difference between the two was not significant ($p = 0.051$). **Conclusion:** 0.3% ClO₂ solution with sonic agitation technique is effective in cleaning the apical third of the root canal.

Keywords: sonic agitation, chlorine dioxide, root canal cleanliness

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perawatan saluran akar adalah prosedur perawatan yang memiliki tujuan mempertahankan fungsi gigi.¹ Selain itu, tujuan utamanya adalah mencegah infeksi ulang melalui preparasi secara mekanis dan kimiawi, serta obturasi yang hermetis pada saluran akar dan menghilangkan populasi mikroorganisme pada saluran akar.² Preparasi saluran akar didasarkan pada tiga prinsip utama (triad endodontik), yaitu preparasi akses kavitas, preparasi biomekanik, dan pengisian saluran akar (obturasi).^{3,4}

Preparasi akses kavitas merupakan tahapan pertama pada perawatan saluran akar. Tahap ini dapat didefinisikan sebagai preparasi koronal yang bertujuan untuk memberikan akses lurus ke orifis dan foramen apikal, serta mengakomodasi teknik obturasi. Tahap selanjutnya adalah preparasi biomekanik yang meliputi *cleaning and shaping*. Tahap ini bertujuan untuk membentuk saluran akar yang memungkinkan untuk pengisian secara 3 dimensi, disinfeksi, dan menghilangkan bentuk ireguler, obstruksi, serta membersihkan bahan pengisi yang ada pada saluran akar pada kasus *retreatment*.⁴

Lapisan debris pada dinding saluran akar dapat terbentuk akibat proses instrumentasi menggunakan instrumen rotari dan *file* endodontik. Lapisan debris tersebut disebut *smear layer*. Komponen *smear layer* tersusun dari material organik, yaitu koagulasi protein akibat pemanasan saat preparasi kavitas, jaringan pulpa, prosesus odontoblastik, saliva, sel darah, dan mikroorganisme serta material

anorganik yang tersusun dari struktur gigi dan material anorganik yang tidak spesifik. *Smear layer* yang berada di dinding saluran akar dapat dihilangkan melalui tahapan irigasi.⁴

Proses irigasi merupakan faktor kunci dalam keberhasilan perawatan saluran akar. Tahap ini bertujuan menghilangkan jaringan pulpa, mikroorganisme, dan debris dari dinding saluran, melarutkan jaringan nekrotik, dan mencegah adanya hambatan ke arah apikal.⁴ Salah satu bagian yang sulit dibersihkan adalah sepertiga apikal akar karena terdapat variasi anatomi, seperti bentuk akar yang melengkung terutama di daerah apikal akar gigi dan saluran akar aksesori sehingga dibutuhkan teknik irigasi tambahan untuk melakukan pembersihan di bagian sepertiga apikal saluran akar.^{4,5}

Salah satu teknik untuk membantu mengalirkan bahan irigasi ke saluran akar adalah teknik agitasi sonik. Teknik ini menggunakan *handpiece* portabel dengan frekuensi kurang dari 3 kHz dan menghasilkan aliran irigasi melalui aliran kavitasi dan akustik dalam membersihkan permukaan saluran akar.⁶ Teknik agitasi sonik efektif menghilangkan *smear layer* di bagian sepertiga apikal karena menghasilkan amplitudo yang lebih besar sehingga mempengaruhi fenomena hidrodinamik secara signifikan.⁵ Teknik agitasi sonik menggunakan 3 ujung polimer fleksibel yang tidak memotong dentin dan tidak dipengaruhi oleh kontak dengan dinding lateral.⁷

Berdasarkan penelitian Choudhary *et al* (2019), EndoActivator (Dentsply) lebih baik dalam menghilangkan debris di saluran akar dibandingkan dengan perangkat ultrasonik, tetapi perbedaannya tidak terlalu signifikan.⁷ Penelitian Mancini *et al* (2013), EndoActivator (Dentsply) memiliki hasil yang lebih baik

dibandingkan kelompok kontrol, yaitu kontrol negatif (kelompok yang tidak dilakukan *shaping* dan aktivasi) dan kontrol positif (kelompok yang dilakukan *shaping* dengan ProTaper Ni-Ti Rotari dan tidak dilakukan aktivasi) pada jarak 5 dan 8 mm dari apeks gigi dan terdapat peningkatan penghilangan *smear layer* secara signifikan pada jarak 3 mm dibandingkan dengan kelompok kontrol dan irigasi ultrasonik pasif (PUI).⁸ Efisiensi perangkat ultrasonik berkurang karena dipengaruhi oleh kontak dengan dinding lateral. Berkontaknya dinding dengan instrumen yang berosilasi akan meredam energi dan menghambat pergerakan *file*. Perangkat ultrasonik juga terdiri dari *file stainless steel* yang lebih keras dibandingkan dentin sehingga berisiko mengubah morfologi saluran akar.^{8,9}

Bahan irigasi saluran akar yang umum digunakan saat ini adalah sodium hipoklorit (NaOCl) dengan konsentrasi berkisar antara 0,5% - 5,25%.¹⁰ NaOCl memiliki sifat antimikroba berspektrum luas, dapat menghilangkan biofilm, melarutkan pulpa dan jaringan nekrotik, dan mudah didapatkan, tetapi NaOCl memiliki tegangan permukaan yang tinggi sehingga kemampuan untuk melembabkan saluran akar menjadi berkurang. Apabila NaOCl masuk ke jaringan periapikal maka dapat menyebabkan rasa nyeri, pembengkakan, dan pendarahan periapikal.⁴

Penggunaan NaOCl dengan konsentrasi tinggi, seperti 5,25% dapat meningkatkan toksisitas dan menyebabkan inflamasi jaringan periapikal sehingga NaOCl dengan konsentrasi 2,5% lebih umum digunakan karena potensi toksisitasnya berkurang, tetapi tetap memiliki sifat antimikroba dan kemampuan melarutkan jaringan.^{11,12} Berdasarkan penelitian Forghani *et al* (2017), NaOCl

dengan konsentrasi 2,5% dan 5,25% mampu mengurangi koloni bakteri *Enterococcus faecalis* sebesar 100%.¹³

Penggunaan kombinasi larutan NaOCl dengan EDTA direkomendasikan selama preparasi kemomekanik untuk menghilangkan *smear layer*.¹⁴ Kombinasi kedua larutan tersebut dapat menyebabkan erosi dentin, menurunkan kekerasan mikro dentin, mengubah kekuatan fleksural dan modulus elastisitas dentin, meningkatkan kekasaran permukaan dentin, dan menurunkan resistensi fraktur.^{14–17} Penggunaan NaOCl tanpa kombinasi EDTA cukup efektif dalam menghilangkan *smear layer* di sepertiga apikal akar. Hal ini sejalan dengan penelitian Amin *et al* (2016) bahwa jumlah *smear layer* yang tersisa di bagian sepertiga apikal akar yang diirigasi menggunakan NaOCl 3% memiliki perbedaan yang tidak terlalu signifikan dibandingkan dengan NaOCl 3% yang dikombinasikan dengan EDTA 17%.¹⁸

Chlorine dioxide (ClO₂) dapat dijadikan bahan irigasi alternatif pengganti NaOCl dan EDTA karena memiliki sifat bahan yang mirip dengan tingkat toksisitas yang lebih rendah. ClO₂ memiliki sifat antimikroba berspektrum luas, toksisitas rendah, tidak menghasilkan produk sampingan, tidak stabil apabila konsentrasi yang digunakan di atas 10%, dan bersifat mengoksidasi.¹⁹ ClO₂ mampu melarutkan jaringan organik dan anorganik, serta tidak membentuk *chlorinated hydrocarbon* saat berkontak dengan material organik sehingga tidak bersifat karsinogen.^{20,21}

Penelitian Deka *et al* (2017) menyatakan bahwa obat kumur *freshclor* yang mengandung 0,1% ClO₂ memiliki aktivitas bakterisidal terhadap bakteri *Enterococcus faecalis*.²² Pada penelitian *in vitro* Alvarez *et al* (2023) menyatakan, penggunaan ClO₂ dengan konsentrasi 5% sebagai bahan irigasi sama efektifnya

dengan NaOCl 5,25% dalam melarutkan pulpa gigi.¹⁹ Penelitian Neha *et al* (2016) menyatakan bahwa jumlah debris di sepertiga koronal, tengah, dan apikal saluran akar menggunakan ClO₂ 5% lebih sedikit dibandingkan dengan menggunakan NaOCl 5,25%.²³

Berdasarkan uraian tersebut, belum terdapat penelitian mengenai penggunaan bahan ClO₂ konsentrasi 0,3% sebagai bahan irigasi terhadap kebersihan *smear layer* pada daerah sepertiga apikal saluran akar. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian mengenai efektivitas ClO₂ dengan konsentrasi 0,3% terhadap kebersihan sepertiga apikal saluran akar dengan teknik agitasi sonik.

1.2 Rumusan Masalah

Apakah *chlorine dioxide* dengan konsentrasi 0,3% efektif terhadap kebersihan sepertiga apikal saluran akar dengan teknik agitasi sonik.

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui efektivitas *chlorine dioxide* konsentrasi 0,3% dalam membersihkan *smear layer* di sepertiga apikal saluran akar.
2. Mengetahui efektivitas irigasi dengan teknik agitasi sonik dalam membersihkan *smear layer* di sepertiga apikal saluran akar.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Teoritis

Memberikan pengetahuan dan informasi di bidang kedokteran gigi mengenai efektivitas *chlorine dioxide* dengan konsentrasi 0,3% dalam membersihkan *smear layer* di sepertiga apikal saluran akar dengan teknik agitasi sonik.

1.4.2 Manfaat Praktis

Mengetahui efektivitas *chlorine dioxide* dengan konsentrasi 0,3% dalam membersihkan *smear layer* di sepertiga apikal saluran akar dengan teknik agitasi sonik.

DAFTAR PUSTAKA

1. Subrata A, Prahasti AE, Iskandar BO. Influence of Two Root Canal Obturation Techniques with Resin Based Sealer to *Enterococcus faecalis* Penetration. Journal of Indonesian Dental Association. 2019; 2(1): 22.
2. Pietrzycka K, Radwanski M, Hardan L, Bourgi R, Mancino D, Haikel Y, et al. The Assessment of Quality of The Root Canal Filling and The Number of Visits Needed for Completing Primary Root Canal Treatment by Operators with Different Experience. Bioengineering. 2022; 9(468): 1
3. Sumantri RP, Wahjuningrum DA, Cahyani F. Perbedaan Daya Antibiofilm *Enterococcus faecalis* antara Larutan Irigasi NaOCl 5,25% dan Kombinasi EDTA 17% dengan NaOCl 2,5%. 2019: 1 – 10.
4. Garg N, Garg A. Textbook of Endodontics. 4th Ed. New Delhi: Jaypee Brothers Medical Publishers (P) Ltd. 2019.
5. Puspita D, Djuanda R, Evelyn A. Perbedaan Kebersihan Sepertiga Apikal Saluran Akar dari *Smear Layer* Menggunakan Sistem Aktivasi Ultrasonik dan Sonik. SONDE (Sound of Dentistry). 2019; 4(1): 26 – 32.
6. Adl A, Razavian A, Eskandari F. The Efficacy of Endoactivator, Passive Ultrasonic Irrigation, and Ultra X in Removing Calcium Hydroxide from Root Canals: An In-Vitro Study. BMC Oral Health. 2022; 22(564): 1 – 7.
7. Choudhary A, Farooq R, Purra AR, Ahangar FA. Ultrasonic Versus Sonic Activation of The Final Irrigant in Root Canals Instrumented with Rotary Files: An In-Vitro Stereomicroscopic Analysis. International Journal of Research and Review. 2019; 6(12): 22 - 26.
8. Mancini M, Cerroni L, Lorio L, Armellin E, Conte G, Cianconi L. Smear Layer Removal and Canal Cleanliness Using Different Irrigation Systems (Endoactivator, EndoVac, and Passive Ultrasonic Irrigation): Field Emission Scanning Electron Microscopic Evaluation in An In Vitro Study. Journal of Endodontics. 2013; 39(11): 1456 – 60.
9. Neuhaus K, Liebi M, Stauffacher S, Eick S, Lussi A. Antibacterial Efficacy of A New Sonic Irrigation Device for Root Canal Disinfection. Journal of Endodontics. 2016
10. Aberna RA, Mohan G, Saranya S. Enterococcidal Activity of Chlorine Dioxide and Lemon Extract Endorse Them as Contemporary Root Canal Irrigants. Archives of Medicine and Health Sciences. 2019; 7(2): 167 – 71.
11. Torabinejad M, Fouad A. Endodontics Principles and Practices. 5th Ed. Missouri: Elsevier. 2015.
12. Valsan S, Antony SDP. Interaction of Endodontic Irrigants: A Review. International Journal of Health Sciences. 2022; 6: 4282 – 94.
13. Forghani M, Afshari E, Parisay I, Garajian R. Effect of Passive Sonic Irrigation System on Elimination of *Enterococcus faecalis* from Root Canal Systems of Primary Teeth, Using Different Concentrations of Sodium Hypochlorite: An In Vitro Evaluation. Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects. 2017; 11(3): 177 – 82.

14. Ozlek E, Acikgoz E, Gokkaya N, Tasan A, Altindag F. Histological Evaluation of The Debris Removal Efficiency of Activation of Sodium Hypochlorite Solution of Different Concentrations. *BMC Oral Health*. 2013; 23(528): 1 – 7.
15. Elbahary S, et al. Effects of Different Irrigation Protocols on Dentin Surfaces as Revealed through Quantitative 3D Surface Texture Analysis. *Scientific Reports*. 2020.
16. Oktavia E, Abidin T, Dennis D. Effect of Sodium Hypochlorite, EDTA, and Chitosan Solution in Corrosion and Quantity of Extruded Nickel Ions Using Two Rotary Instruments (In Vitro). *World Journal of Dentistry*. 2019; 10(3): 207 – 13.
17. Fayek M, Ashfour H, Abouelenien S. Influence of Sodium Hypochlorite Used in Combination with EDTA Versus Sodium Hypochlorite Mixed with Etidronate Irrigants on Coronal Fracture Resistance of Endodontically Treated Bleached Teeth – A Comparative In Vitro Study. *Advance Dental Journal*. 2023; 5(3): 651 – 58.
18. Amin K, et al. Effect of Diode Laser and Ultrasonics with and without Ethylenediaminetetraacetic Acid on Smear Layer Removal from The Root Canals: A Scanning Microscope Study. *Journal of Conservative Dentistry*. 2016; 19(5).
19. Alvarez L, Haro A, Morales, Alvaro. Efficacy of Chlorine Dioxide as An Endodontic Irrigant for Pulp Dissolution In Vitro. *Int J Odontostomat*. 2023; 17(1): 20 – 24.
20. Herczegh A, Ghidan A, Friedreich D, Gyurkovics M, Bendo Z, Lohinai Z. Effectiveness of A High Purity Chlorine Dioxide Solution in Eliminating Intracanal *Enterococcus faecalis*. *Acta Microbiologica et Immunologica Hungarica*. 2013; 60(1): 63 – 75.
21. Kamalasanan RR, Devarasanahalli SV, Aswathanarayana RM, Rashmi K, Gowda Y, Nadig RR. Effect of 5% Chlorine Dioxide Irrigant on Micro Push Out Bond Strength of Resin Sealer to Radicular Dentin: An In Vitro Study. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. 2017; 11(5): 49 – 53.
22. Deka A, Anil TA, Barua P, Paul R. An Ex Vivo Comparative Study Determining The Bactericidal Activity of 3 Different Irrigants Against *Enterococcus faecalis*. *International Journal of Oral Health Dentistry*. 2017; 3(2): 85 – 88.
23. Neha G, Manoj C, Nikhade P, Ajay S, Aditya P, Supriya S. Comparative Evaluation of 17% EDTA, 15% EDTAC, 5% Chlorine Dioxide, 5,25% NaOCl; in Removal of Smear Layer In Vitro: A SEM Study. *International Journal of Dental and Health Sciences*. 2016; 3(4): 702 – 10.
24. Gopikrishna V. *Grossmans's Endodontic Practice*. 14th ed. India: Wolters Kluwer Health. 2021.
25. Hargreaves K, Berman L. *Cohen's Pathway of The Pulp*. 11th ed. Missouri: Elsevier. 2016.
26. Putri AR. Crown Down Preparation Technique with Large Taper Endodontic Hand Instrument. *Interdental Jurnal Kedokteran Gigi*. 2021; 17(1): 41 – 48.
27. Alamoudi RA. The Smear Layer in Endodontic: to Keep or Remove – An Updated Review. *Saudi Endodontic Journal*. 2019; 9(2): 71 – 81.
28. Permatasari R, Safitri A. Peran EDTA Sebagai Bahan Irigasi pada Perawatan Saluran Akar. *Journal Moestopo*. 2022; 2(2): 24 – 31.

29. Rodriguez PY, Zaragoza DE, Reyez HR. Comparison of The Antimicrobial Effect of Chlorine Dioxide, Sodium Hypochlorite and Chlorhexidine, on Bacteria Isolated from The Root Canal. *Journal of Dentistry and Oral Sciences*. 2022; 4(4): 1 – 12.
30. Sheela NV, Shashikala K. An In Vitro Study of Chlorine Dioxide As A Root Canal Irrigant. *IJO CR*. 2013; 1(2): 8 – 10.
31. Widyastuti NH, Sukmasari IR. Perbedaan Teknik Irigasi Saluran Akar (Konvensional, Agitasi Manual, Ultrasonik) Terhadap Kebersihan Saluran Akar. *University Research Colloquium*. 2020; 165 – 9.
32. Adisetyani Y, Mulyawati E, Santosa P. Perbedaan Kebersihan Sepertiga Apikal Dinding Saluran Akar dari Residu Kalsium Hidroksida Pasca Pembersihan dengan Teknik Irigasi Manual, Sonik, dan Endovac. *J Ked Gi*. 2016; 7(2): 199 – 205.
33. Basrani B. *Endodontic Irrigation Chemical Disinfection of The Root Canal System*. Switzerland: Springer. 2015
34. Banaszek K, Sawicki J, Korecka EW, Gorzedowski J, Klonowska DD, Sokolowski J. Use of Optical Microscopy for Evaluation of Tooth Structure. *Journal of Achievements in Material and Manufacturing Engineering*. 2016; 79(1): 31 – 40.
35. Zand V, Mokhtari H, Reyhani MF, Nahavandizadeh N, Azimi S. Smear Layer Removal Evaluation of Different Protocol of Bio Race File and XP Endo Finisher File in Corporation with EDTA 17% and NaOCl. *J Clin Exp Dent*. 2017; 9(11): 1310 – 4.
36. Susanti A, Soemitro RAA, Suprayitno H. Pencarian Rumus Perhitungan Jumlah Sampel Minimal yang Digunakan Pada Penelitian Perilaku Perjalanan Terdahulu. *Jurnal Manajemen Aset Infrastruktur & Fasilitas*. 2018; 2(2): 53 – 64.
37. Destika H, Hadriyanto W, Daradjati S. Perbedaan Teknik Irigasi Saluran Akar Menggunakan File Niti Rotary, Canal Brush, dan Aktivasi Sonik terhadap Residu Kalsium Hidroksida pada Sepertiga Apikal Dinding Saluran Akar. *J Ked Gigi*. 2016; 7(2): 86 – 92.
38. Mankeliya S, Singhal RK, Gupta A, Jaiswal N, Pathak VK, Kushwah A. A Comparative Evaluation of Smear Layer Removal by Using Four Different Irrigation Solutions like Root Canal Irrigants: An In Vitro SEM Study. *J Contemp Dent Pract*. 2021; 22(5): 527 – 31.
39. Dalaie K, Badiee M, Behnaz M, Kavousinejad S. Effect of Orthodontic Forces on Root Length of Immature Mandibular Second Premolars: A Split-Mouth Randomized Clinical Trial. *Dental Press Journal of Orthodontics*. 2021; 26(5): 1 – 33.
40. Singh S, Arora V, Majithia I, Dhiman RK, Kumar D, Ather A. Comparative Evaluation of 15% Ethylenediamine Tetra-Acetic Acid Plus Cetavlon and 5% Chlorine Dioxide in Removal of Smear Layer: A Scanning Electron Microscope Study. *Contemporary Clinical Dentistry*. 2013; 4(1): 67 – 70.
41. Dettori JR, Norvell DC. Kappa and Beyond: Is There Agreement?. *Global Spine Journal*. 2020; 10(4): 499 – 501.
42. Fibryanto E. The Effect of 17% Ethylenediaminetetra-Acetic Acid as A Main Irrigation on Apical Root Canal Cleanliness (Ex Vivo). *Odonto Dental Journal*. 2020; 7(2): 117 – 124.

43. Rodriguez P, Nassar R, Silva T, Pedrinha V, Alexandrino L. Effects of Different NaOCl Concentrations Followed by EDTA on Dentin Permeability. *The Journal of Contemporary Dental Practice*. 2019; 20(7): 838 – 41.
44. Cai C, Chen X, Li Y, Jiang Q. Advances in The Role of Sodium Hypochlorite Irrigant in Chemical Preparation of Root Canal Treatment. *BioMed Research International*. 2023.
45. Haupt F, Meinel M, Gunawardana A, Hulsmann M. Effectiveness of Different Activated Irrigation Techniques on Debris and Smear Layer Removal from Curved Root Canals: A SEM Evaluation. *Australian Endodontic Journal*. 2019.
46. Carmona J. Irrigation Protocols Effect on Radicular Dentin: Cleaning, Disinfection and Remaining Ultrastructure. *International Journal of Dental Sciences*. 2022; 25(1): 14 – 21.
47. Charlie K, Kuttapa M, George L, Manoj K, Joseph B, John N. A Scanning Electron Microscope Evaluation of Smear Layer Removal and Antimicrobial Action of Mixture of Tetracycline, Acid and Detergent, Sodium Hypochlorite, Ethilenediaminetetraacetic Acid, and Chlorhexidine Gluconate: An In Vitro Study. *Journal of International Society of Preventive and Community Dentistry*. 2018; 8(1): 62 – 69.
48. Castagnola R, Lajolo C, Minciacchi I, et al. Efficacy of Three Different Irrigation Techniques in The Removal of Smear Layer and Organic Debris from Root Canal Wall: A Scanning Electron Microscope Study. *Giornale Italiano Di Endodonzia*. 2014; 28: 79 – 86.