

Laporan Penelitian

Analisis potensi ekstrak etanol kulit buah dan kulit bulir jeruk nipis (*C. aurantifolia*) sebagai pembersih *smear layer* dengan *Confocal Laser Scanning Microscopy*: Studi eksperimental

Nur Asmah¹, Sarahfin Aslan¹ Indry Kirana Mattulada¹,
Mila Febriany², Rahmawati³*

*Korespondensi :
rahmawati@pn02@gmail.com

¹Departemen Konservasi, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Indonesia

²Departemen Ilmu Kesehatan Gigi Anak, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Indonesia

³Program Studi Sarjana Kedokteran Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Indonesia

Submisi: 18 Maret 2026

Revisi : 26 April 2026

Penerimaan: 27 Juni 2026;

Publikasi Online: 30 Juni 2026

DOI: [10.24198/pjdrs.v10i2.69889](https://doi.org/10.24198/pjdrs.v10i2.69889)

ABSTRAK

Pendahuluan: Keberhasilan perawatan saluran akar dipengaruhi oleh efektivitas bahan irigasi dalam menghilangkan *smear layer*, yaitu lapisan sisa hasil preparasi yang terdiri atas komponen organik dan anorganik akibat proses instrumentasi. *Ethylenediaminetetraacetic acid* (EDTA) 17% merupakan bahan irigasi yang sering digunakan, tetapi penggunaannya berpotensi menyebabkan erosi dentin. Oleh karena itu, diperlukan alternatif bahan irigasi alami yang lebih biokompatibel. Ekstrak etanol kulit buah dan kulit bulir jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) mengandung senyawa saponin dan asam sitrat yang berpotensi membantu membersihkan *smear layer*. Penelitian ini bertujuan menganalisis potensi ekstrak etanol kulit buah dan kulit bulir jeruk nipis sebagai bahan pembersih *smear layer* menggunakan *Confocal Laser Scanning Microscopy* (CLSM). **Metode:** Penelitian ini merupakan eksperimen laboratorium dengan desain *post-test only control group*. Ekstrak etanol kulit buah dan kulit bulir jeruk nipis diperoleh melalui metode maserasi menggunakan etanol 96%, kemudian diuapkan menggunakan *rotary evaporator* hingga diperoleh ekstrak kental dan diencerkan menjadi konsentrasi 10%, 15%, dan 20%. Sebanyak 24 gigi permanen berakar tunggal dibagi menjadi empat kelompok, yaitu ekstrak konsentrasi 10%, 15%, 20%, dan EDTA 17% sebagai kontrol positif. Kebersihan *smear layer* dievaluasi menggunakan CLSM berdasarkan skor Hülsmann. Data dianalisis menggunakan uji Kruskal-Wallis yang dilanjutkan dengan uji Mann-Whitney. **Hasil:** Ekstrak konsentrasi 10% dan 15% menunjukkan efektivitas yang lebih rendah dibandingkan EDTA 17%. Konsentrasi 20% tidak menunjukkan perbedaan bermakna dengan EDTA 17% ($p = 0,093$; $p > 0,05$), sehingga menunjukkan efektivitas yang relatif setara.

Simpulan: Ekstrak etanol kulit buah dan kulit bulir jeruk nipis konsentrasi 20% efektif membersihkan *smear layer* dan berpotensi sebagai alternatif bahan irigasi saluran akar alami.

KATA KUNCI: ekstrak etanol jeruk nipis, *smear layer*, irigasi saluran akar, *confocal laser scanning microscopy* (CLSM)

Analysis of the potential of ethanol extract of lime (*C. aurantifolia*) and segment membran as a smear layer cleansing agent using Confocal Laser Scanning Microscopy

ABSTRACT

Introduction: Dental implants are used to restore oral function and aesthetics and require adequate stability within the surrounding bone. In patients with maxillary atrophy, the vertical sinus lift approach without bone graft may facilitate implant placement by increasing the available bone height. This study aimed to map the available evidence regarding the outcomes and success of dental implant placement using the vertical sinus lift approach without bone graft. **Methods:** This study employed a scoping review design following the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR) guidelines. Articles were identified from three databases, namely PubMed, Scopus, and Cochrane, based on predetermined inclusion and exclusion criteria. The review focused on randomized controlled trials (RCTs) published between 2014 and 2023. Extracted data included publication year, study design, number and characteristics of patients, implant length, follow-up duration, sinus lifting technique, outcome assessment methods, implant survival rate, bone height gain, other indicators of treatment success, and complications. **Results:** Nine articles met the inclusion criteria, comprising six two-group RCTs and three three-group RCTs. The reviewed studies demonstrated high implant survival rates, ranging from 94.1% to 100%. Bone height gain reached up to 4.1 ± 1.0 mm. Reported complications were generally limited and included mucositis and perforation of the sinus membrane. **Conclusion:** The vertical sinus lift approach without bone graft demonstrates favorable clinical outcomes and may be considered a valid technique for dental implant placement in patients with atrophic maxillae when additional bone height of less than 4 mm is required. The findings support its potential as a less invasive approach while highlighting the need for further high-quality clinical studies to establish standardized indications and long-term outcomes.

KEY WORDS: Lime ethanol extract, *smear layer*, root canal irrigation, *Confocal Laser Scanning Microscopy* (CLSM)

Sitasi: Asmah N, Aslan S, Mattulada IK, Febriany M, Rahmawati. Analisis potensi ekstrak etanol kulit buah dan kulit bulir jeruk nipis (*C. aurantifolia*) sebagai pembersih *smear layer* dengan *Confocal Laser Scanning Microscopy*: Studi eksperimental. Padjadjaran Journal of Dental Researchers and Students. 2026;10(2):247-255. DOI: [10.24198/pjdrs.v10i2.69889](https://doi.org/10.24198/pjdrs.v10i2.69889). Copyright: ©2026 by Padjadjaran Journal of Dental Researchers and Students. Submitted to Padjadjaran Journal of Dental Researchers and Students for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

247 | Analisis potensi ekstrak etanol kulit buah dan kulit bulir jeruk nipis (*C. aurantifolia*) sebagai pembersih *smear layer* dengan *Confocal Laser Scanning Microscopy*: Studi eksperimental.

Padjadjaran Journal of Dental Researchers and Students • Volume 10, Nomor 2 Juni 2026

PENDAHULUAN

Kesehatan gigi dan mulut sangat penting karena keduanya menjadi pintu gerbang utama bagi masuknya bakteri dan kuman ke dalam tubuh. Jika kebersihan mulut tidak dirawat dengan baik, berbagai penyakit di rongga mulut dapat terjadi.¹ Kesehatan gigi merupakan salah satu hal yang tidak boleh diabaikan. Gigi dan mulut dapat menjadi sumber utama munculnya penyakit yang berbahaya bagi organ tubuh lainnya. Meski demikian kesadaran akan kesehatan gigi dan mulut masih belum menjadi fokus utama bagi sebagian besar masyarakat. Faktor penyebab dari masalah gigi sangat beragam, termasuk dari pola hidup yang buruk, faktor genetik, dan *Oral Hygiene* yang buruk, dan lain-lain.² Kesehatan gigi dan mulut juga merupakan salah satu komponen penting dalam menjaga kesehatan tubuh secara menyeluruh. Ketidak seimbangan flora oral, kebersihan mulut yang buruk, dan karies gigi dapat memicu inflamasi jaringan pulpa. Jika tidak ditangani secara adekuat, kondisi tersebut berpotensi menimbulkan infeksi periapikal dan memerlukan perawatan endodontik.³

Perawatan saluran akar bertujuan menghilangkan jaringan pulpa yang terinfeksi melalui pembersihan, disinfeksi, dan pembentukan saluran akar agar dapat diobtulasi secara hermetis, sehingga infeksi dapat diatasi, reinfeksi dicegah, serta fungsi dan integritas gigi tetap terjaga. Prosedur ini meliputi tahap akses, *cleaning and shaping*, dan obturasi.^{4,5,6} Pada tahap biomekanik, penggunaan larutan irigasi diperlukan untuk membersihkan debris, jaringan nekrotik, melarutkan *smear layer*, dan melumasi saluran akar. Keberhasilan perawatan sangat dipengaruhi oleh efektivitas pembersihan *smear layer*.^{7,8,9}

Smear layer merupakan lapisan tipis berukuran 1–5 µm yang bersifat amorf, tidak beraturan, dan bertekstur granular, terdiri atas komponen organik serta anorganik, dan muncul pada dinding saluran akar setelah dilakukan instrumentasi saluran akar.^{10,11} Pembersihan *smear layer* merupakan tahapan krusial dalam prosedur perawatan saluran akar, mengingat keberadaannya dapat menjadi media pertumbuhan mikroorganisme residual di dalam saluran akar, selain itu *smear layer* juga dapat menghambat penetrasi sealer ke dalam tubulus dentin dan mengganggu adaptasinya terhadap dinding saluran akar, sehingga berpotensi meningkatkan risiko terjadinya kebocoran pasca-obturasi, oleh karena itu penggunaan bahan irigasi yang efektif menjadi salah satu kunci keberhasilan dalam mencapai kondisi saluran akar yang optimal sebelum proses obturasi dilakukan.^{12,13}

Irigasi saluran akar merupakan pembersih saluran akar dengan cairan yang diharapkan memudahkan mengeluarkan dari sisa jaringan pulpa dan jaringan nekrotik.^{14,15} Bahan irigasi saluran akar meliputi *natriumhypoklorit* (NaOCl), *chlorhexidine gluconate* (CHX), *ethylenediamine tetra acetic acid* (EDTA), *mixture tetracycline isomer-acid-detergent* (MTAD).¹⁶ Tujuan utama penggunaan bahan irigasi adalah menghilangkan jaringan nekrotik.¹⁷ *Natrium hipoklorit* (NaOCl) efektif melarutkan komponen organik *smear layer*, namun bersifat korosif, berbau menyengat, berpotensi menyebabkan alergi, dan toksik terhadap jaringan periapikal karena, NaOCl tidak mampu mengeliminasi komponen anorganik *smear layer*, penggunaannya perlu dikombinasikan dengan EDTA 17% untuk hasil yang lebih optimal.¹⁸

Ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) 17% merupakan bahan irigasi yang paling direkomendasikan karena dapat menghilangkan komponen anorganik dan memiliki sifat antibakteri yang rendah sehingga harus dikombinasikan, serta dapat membersihkan saluran akar yang sempit dan terkalsifikasi, akan tetapi bahan tersebut memiliki toksisitas karena pengaplikasian EDTA 17% selama 10 menit dapat menyebabkan erosi dentin intraradicular yang berlebihan, oleh karena itu kini mulai dikembangkan obat herbal sebagai alternatif bahan irigasi yang lebih aman namun tetap efektif.^{19,20}

Indonesia memiliki kekayaan hasil pertanian, salah satunya jeruk nipis (*C. aurantifolia*) yang banyak dibudidayakan. Buah ini umum digunakan sebagai minuman atau bahan tambahan makanan.²¹ Dalam kehidupan sehari-hari, jeruk nipis umumnya dimanfaatkan sebagai bumbu dalam masakan ataupun sebagai bahan tambahan dalam produk pembersih seperti sabun cuci, selain itu jeruk nipis juga memiliki manfaat sebagai obat tradisional, antara lain untuk membantu mengatasi amandel, influenza,

dysenteri, dan radang gusi.²²

Jeruk nipis diketahui mengandung senyawa aktif berupa metabolit sekunder, seperti alkaloid, flavonoid, steroid, triterpenoid, saponin, tanin, dan fenol, yang memiliki aktivitas antibakteri. Konsentrasi flavonoid pada kulit jeruk nipis tercatat lebih tinggi dibandingkan dengan biji-bijian maupun buah-buahan lainnya. Flavonoid tersebut berperan penting sebagai agen antibakteri.^{23,24} Kandungan utama dalam jeruk nipis adalah asam sitrat, yang memberikan rasa asam khas pada buah ini. Sari buah jeruk nipis mengandung minyak atsiri serta sekitar 7% asam sitrat, sedangkan kulit jeruk nipis mengandung berbagai senyawa bioaktif seperti flavonoid, alkaloid, tanin, steroid, dan saponin.²⁵

Saponin berfungsi sebagai pelarut organik yang dapat bereaksi dengan asam lemak, menghasilkan asam lemak bebas (sabun) dan gliserin (alkohol), serta berperan dalam melarutkan *smear layer* yang terdiri dari komponen organik dan anorganik, selain itu kandungan lainnya adalah asam sitrat, meskipun dalam konsentrasi rendah, juga efektif dalam menghilangkan *smear layer*. Asam sitrat bekerja sama dengan saponin membentuk zat emulgator, yang meningkatkan kemampuan pembersihan *smear layer*.²⁶

Analisis potensi kebersihan *smear layer* dalam penelitian ini dilakukan pengamatan menggunakan *Confocal Laser Scanning Microscopy* (CLSM), yaitu teknik mikroskopi berbasis laser yang mampu menghasilkan citra tiga dimensi beresolusi tinggi melalui pemindaian optik berlapis, sehingga memungkinkan pengamatan kebersihan *smear layer* dan kondisi tubulus dentin secara lebih objektif dan mendekati keadaan alami.²⁷ Penelitian lain oleh Siregar dkk.,²⁸ menemukan bahwa irigasi menggunakan ekstrak etanol kulit jeruk nipis dengan konsentrasi 15%, 20%, dan 35% berpengaruh terhadap tingkat kebersihan *smear layer* pada dinding saluran akar. Berdasarkan uraian penelitian diatas, dapat dijadikan acuan untuk melakukan tentang penelitian analisis potensi ekstrak etanol kulit buah dan kulit bulir jeruk nipis (*C. aurantifolia*) sebagai pembersih *smear layer*.

Pemanfaatan kulit buah dan kulit bulir jeruk nipis dipilih karena kedua bagian tersebut merupakan limbah agroindustri yang masih mengandung berbagai senyawa bioaktif, seperti flavonoid, saponin, fenolik, dan asam sitrat. Pemanfaatan bagian tersebut sebagai bahan irigasi endodontik berpotensi meningkatkan nilai tambah limbah pertanian sekaligus mendukung pengembangan bahan irigasi alami yang ekonomis, ramah lingkungan, dan berkelanjutan. Kebaruan penelitian ini terletak pada pemanfaatan kombinasi ekstrak etanol kulit buah dan kulit bulir jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) sebagai bahan pembersih *smear layer* serta evaluasi efektivitasnya pada beberapa konsentrasi menggunakan *Confocal Laser Scanning Microscopy* (CLSM). Pendekatan ini memberikan gambaran potensi kedua bagian limbah jeruk nipis tersebut dalam pembersihan *smear layer* dibandingkan dengan kontrol positif EDTA 17%. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menganalisis potensi ekstrak etanol kulit buah dan kulit bulir jeruk nipis sebagai pembersih *smear layer* dengan menggunakan CLSM.

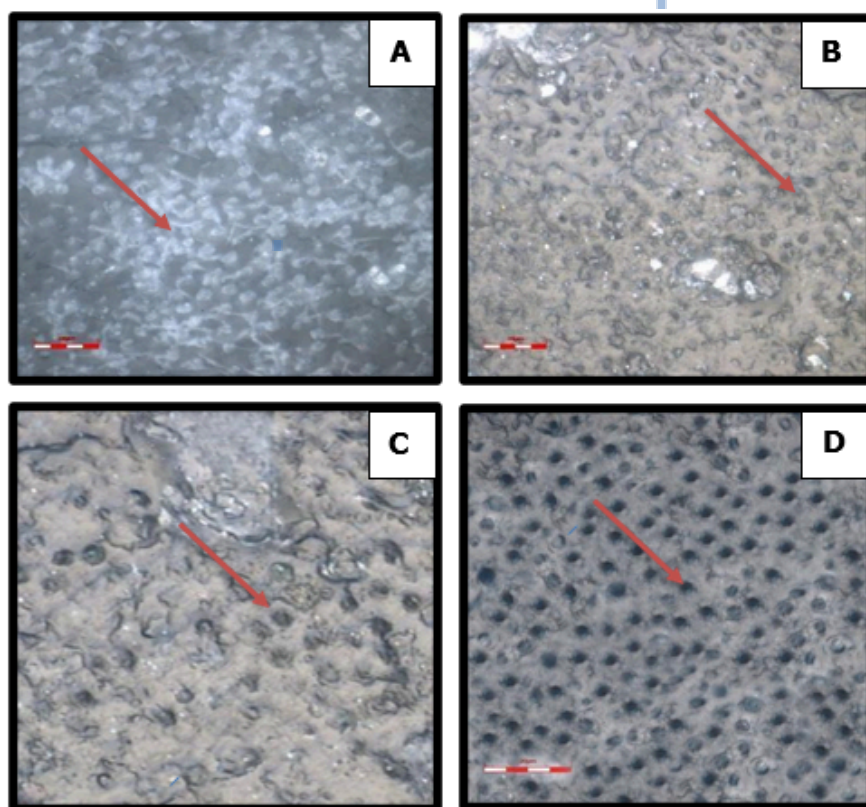
METODE

Desain penelitian ini merupakan eksperimen laboratorium dengan model rancangan *Post Test Only Control Design*. Jenis penelitian ini dikategorikan sebagai *True Experimental*. Penelitian ini menggunakan *teknik purposive sampling*, yaitu pemilihan sampel berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan. Jumlah sampel ditentukan menggunakan rumus *Federer*, yaitu $(t-1)(n-1) \geq 15$, dengan empat kelompok perlakuan dan enam sampel pada setiap kelompok, sehingga diperoleh total 24 sampel. Kulit buah dan kulit bulir jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) diperoleh dari limbah pengolahan jeruk nipis yang berasal dari Kota Makassar, Sulawesi Selatan. Kulit buah dan kulit bulir jeruk nipis dicuci menggunakan air mengalir, dipotong kecil-kecil, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C selama 48 jam hingga diperoleh simplisia kering. Simplisia selanjutnya dihaluskan menjadi serbuk, kemudian sebanyak 150 gram dimaserasi menggunakan etanol 96% selama 3×24 jam dengan pengadukan berkala. Filtrat hasil maserasi disaring dan diuapkan menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 50°C hingga diperoleh ekstrak kental. Ekstrak kemudian diencerkan

menggunakan *dimetil sulfoksida* (DMSO) hingga diperoleh konsentrasi 10%, 15%, dan 20% sebagai bahan irigasi pada kelompok perlakuan.

HASIL

Penelitian ini menunjukkan adanya perbedaan efektivitas ekstrak etanol kulit buah dan kulit bulir jeruk nipis (*C. aurantifolia*) dalam membersihkan *smear layer* pada saluran akar. Efektivitas pembersihan dinilai berdasarkan tingkat kebersihan *smear layer* menggunakan skor *Hülsmann* melalui pengamatan *Confocal Laser Scanning Microscopy* (CLSM), dengan skor yang lebih rendah menunjukkan permukaan dentin yang lebih bersih. Hasil pengujian pada konsentrasi 10%, 15%, dan 20% kemudian dibandingkan dengan EDTA 17% sebagai kontrol positif. Selain itu, skrining fitokimia menunjukkan adanya beberapa senyawa aktif yang berpotensi mendukung aktivitas pembersihan *smear layer*



Gambar 1. Hasil pemotretan *confocal laser scanning microscopy* (clsm) pembesaran 1000x (a) tubulus dentin tidak terbuka secara menyeluruh (b) tubulus dentin mulai terlihat meskipun *smear layer* masih menutupi (c) tubulus dentin terbuka secara menyeluruh (d) tubulus dentin terbuka secara jelas dan merata. Garis merah menunjukkan skala 1000x um

Pengamatan menggunakan *Confocal Laser Scanning Microscopy* (CLSM) menunjukkan adanya perbedaan tingkat kebersihan *smear layer* antar kelompok berdasarkan skor *Hülsmann* pada Tabel 2. Potensi pembersihan *smear layer* dinilai berdasarkan derajat kebersihan permukaan dentin dan keterbukaan tubulus dentin secara visual. Konsentrasi 10% dan 15% masih menunjukkan keberadaan *smear layer* yang lebih banyak menutupi permukaan dentin, sedangkan konsentrasi 20% menunjukkan permukaan dentin yang lebih bersih dengan tubulus dentin yang lebih terbuka. Kontrol positif EDTA 17% menunjukkan tingkat kebersihan *smear layer* paling optimal. Hasil tersebut menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan efektivitas pembersihan *smear layer* seiring peningkatan konsentrasi ekstrak.

Tabel 1. Hasil skrining uji fitokimia ekstrak etanol kulit buah dan kulit bulir jeruk nipis (*C. aurantifolia*)

Pengujian	Pereaksi	Hasil	Perubahan
Flavonoid	HCl	+	Terbentuk warna coklat
Fenolik	FeCl ₃	+	Terbentuk warna hijau kemerahan
Saponin	HCl 2 N	+	Terbentuk buih
Steroid	Lieberman-bouchard	+	Terbentuk cincin biru kehujanan
Terpenoid	Lieberman-bouchard	-	Terbentuk coklat kehitaman
Alkaloid	Dragendrof	+	Terbentuk endapan coklat

Ket: (+) = Terbentuk warna (-) = Tidak terbentuk warna

Tabel 2. Analisis deskriptif penilaian kebersihan *smear layer* berdasarkan ekstrak kulit buah dan kulit bulir jeruk nipis (*C. aurantifolia*)

Perlakuan	Mean	Std. Deviation	Uji Normalitas	Uji Homogenitas
Konsentrasi 10%	3,667	0,516	0,001	0,206
Konsentrasi 15%	2,500	0,547	0,004	
Konsentrasi 20%	1,833	0,408	0,000	
EDTA 17%	1,333	0,516	0,001	

Ket: Data distribusi normal dan homogen $p - value > 0,0$

Berdasarkan uji normalitas *Shapiro Wilk*, seluruh kelompok perlakuan menunjukkan nilai p value kurang dari 0,05 yaitu konsentrasi 10% sebesar 0,001, konsentrasi 15% sebesar 0,004, konsentrasi 20 % sebesar 0,000, dan EDTA 17% sebesar 0,001. Hasil tersebut menunjukkan bahwa data penilaian kebersihan *smear layer* pada semua kelompok tidak berdistribusi normal. Secara deskriptif, nilai rerata kebersihan *smear layer* tertinggi terdapat pada konsentrasi 10% dengan rerata 3,667 dan simpangan baku 0,516. Kelompok konsentrasi 15% memiliki rerata 2,500 dan simpangan baku 0,547. Konsentrasi 20% memiliki rerata 1,833 dan simpangan baku 0,408. Kelompok EDTA 17% memiliki rerata 1,333 dan simpangan baku 0,516. Secara umum, nilai rerata cenderung menurun seiring peningkatan konsentrasi ekstrak, dan EDTA 17% menunjukkan nilai rerata paling rendah.

Hasil uji homogenitas menunjukkan varians antar kelompok homogen dengan nilai p sebesar 0,206 yang lebih dari 0,05. Namun karena asumsi normalitas tidak terpenuhi, analisis parametrik seperti *One Way ANOVA* tidak dapat digunakan. Untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan kebersihan *smear layer* antar kelompok perlakuan, analisis dilanjutkan menggunakan uji nonparametrik *Kruskal Wallis*.

Tabel 3. Hasil analisis penilaian kebersihan *smear layer* menunjukan ekstrak kulit buah dan kulit bulir jeruk nipis (*C. aurantifolia*).

Perlakuan	Mean Rank	p -value
Konsentrasi 10%	21,00	0,000
Konsentrasi 15%	14,25	
Konsentrasi 20%	9,25	
EDTA 17%	5,50	

Ket : Uji Kruskal Wallis *Signifikan ($p < 0,05$)

Berdasarkan hasil uji *Kruskal Wallis* terhadap nilai kebersihan *smear layer*, diperoleh nilai p value sebesar 0,000 yang lebih kecil dari 0,05. Hasil ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna secara statistik pada nilai *smear layer* antar kelompok perlakuan ekstrak konsentrasi 10%, 15%, 20%, dan EDTA 17%. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa variasi konsentrasi perlakuan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kebersihan *smear layer*.

Hasil uji *Kruskal-Wallis* menunjukkan bahwa kelompok konsentrasi 10% memiliki mean rank sebesar 21,00, diikuti konsentrasi 15% sebesar 14,25, konsentrasi 20% sebesar 9,25, dan EDTA 17% sebesar 5,50. Nilai yang lebih rendah menunjukkan kebersihan *smear layer* yang lebih baik. Hasil ini mengindikasikan adanya kecenderungan penurunan nilai *smear layer* seiring peningkatan konsentrasi ekstrak, dengan EDTA 17% sebagai kelompok yang memberikan efek paling optimal dalam membersihkan *smear layer*.

Uji *Kruskal Wallis* menunjukkan adanya perbedaan secara keseluruhan antar kelompok perlakuan sehingga diperlukan analisis lanjutan. Analisis selanjutnya dilanjutkan dengan uji *post hoc* untuk mengetahui pasangan kelompok yang berbeda secara signifikan. Hasil uji lanjut tersebut akan dijelaskan pada bagian interpretasi uji *Mann Whitney*.

Tabel 4. Hasil analisis perbandingan kebersihan *smear layer* berdasarkan ekstrak kulit buah dan kulit bulir jeruk nipis (*C. aurantifolia*)

Perlakuan	Post Hoc			
	Konsentrasi 10%	Konsentrasi 15%	Konsentrasi 20%	EDTA 17%
Konsentrasi 10%		0,011*	0,002*	0,003*
Konsentrasi 15%			0,043*	0,011*
Konsentrasi 20%				0,093
EDTA 17%				

Ket : *Post Hoc* Comparison (*Mann Whitney*) *signifikasi ($p < 0,05$)

Perbandingan antara konsentrasi 10% dan 15% menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p = 0,011$), sehingga konsentrasi 15% dinilai lebih efektif dibandingkan 10% dalam membersihkan *smear layer*. Perbandingan antara konsentrasi 10% dan 20% juga menunjukkan perbedaan bermakna ($p = 0,002$), dengan konsentrasi 20% memiliki efektivitas yang lebih tinggi. Demikian pula, perbandingan antara konsentrasi 10% dan EDTA 17% menunjukkan perbedaan signifikan ($p = 0,003$), yang mengindikasikan bahwa EDTA 17% lebih efektif dibandingkan 10%.

Selanjutnya, perbandingan antara konsentrasi 15% dan 20% menunjukkan perbedaan signifikan ($p = 0,043$), dengan konsentrasi 20% lebih unggul. Perbandingan antara konsentrasi 15% dan EDTA 17% juga menunjukkan perbedaan bermakna ($p = 0,011$), sehingga EDTA 17% dinilai lebih efektif, namun perbandingan antara konsentrasi 20% dan EDTA 17% tidak menunjukkan perbedaan signifikan ($p = 0,093$), yang menandakan bahwa konsentrasi 20% memiliki efektivitas yang hampir setara dengan EDTA 17% dalam membersihkan *smear layer*.

PEMBAHASAN

Berdasarkan Tabel 2, konsentrasi ekstrak 20% menunjukkan rerata skor *smear layer* sebesar 1,833, lebih rendah dibandingkan konsentrasi 10% (3,667) dan 15% (2,500). Temuan ini menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan efektivitas pembersihan *smear layer* seiring dengan peningkatan konsentrasi ekstrak. Hasil uji *Kruskal-Wallis* pada Tabel 3 menunjukkan adanya perbedaan bermakna antar kelompok ($p < 0,001$). Selanjutnya, uji *Mann-Whitney* pada Tabel 4 menunjukkan bahwa konsentrasi 20% tidak berbeda bermakna dengan EDTA 17% ($p = 0,093$), sehingga efektivitas pembersihan *smear layer* pada kedua kelompok relatif sebanding.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Siregar dkk.²⁸ yang melaporkan bahwa ekstrak etanol kulit jeruk nipis pada konsentrasi 15%, 20%, dan 35% memberikan pengaruh terhadap kebersihan *smear layer* dinding saluran akar. Temuan tersebut mendukung adanya potensi ekstrak kulit jeruk nipis dalam membantu membersihkan *smear layer*, meskipun penelitian ini menggunakan kombinasi kulit buah dan kulit bulir serta mengevaluasi konsentrasi yang berbeda.

EDTA 17% sebagai kontrol positif menunjukkan rerata skor terendah sebesar 1,333 pada Tabel 2. EDTA bekerja sebagai *chelating agent* yang mengikat ion kalsium dan membantu menghilangkan komponen anorganik *smear layer*. Namun, penggunaan EDTA dalam kondisi tertentu dapat memengaruhi sifat fisik dentin, termasuk menurunkan *microhardness* dentin, sehingga pengembangan bahan alternatif untuk pembersihan *smear layer* tetap menjadi pertimbangan dalam perawatan saluran akar.²⁹

Selain kemampuan membersihkan *smear layer*, potensi antibakteri ekstrak etanol kulit buah dan kulit bulir jeruk nipis juga dapat mendukung keberhasilan perawatan

saluran akar. Hal ini sejalan dengan penelitian Asmah dkk.³² yang melaporkan bahwa ekstrak etanol kulit buah dan kulit bulir jeruk nipis dapat menghambat pembentukan biofilm dan pertumbuhan *Enterococcus faecalis*.³² Widyastuti dkk. juga melaporkan bahwa air perasan jeruk nipis efektif dalam melarutkan *smear layer* sebagai *cavity cleanser*.³³ Dengan demikian, hasil penelitian ini mendukung potensi ekstrak etanol kulit buah dan kulit bulir jeruk nipis, khususnya konsentrasi 20%, sebagai bahan alternatif alami untuk membantu pembersihan *smear layer*. Penelitian oleh Siregar dkk menunjukkan bahwa irigasi menggunakan ekstrak etanol kulit jeruk nipis pada konsentrasi 15%, 20%, dan 35% berpengaruh terhadap tingkat kebersihan *smear layer* pada dinding saluran akar.²⁸ Berdasarkan penelitian Meyappan dkk.,³⁴ melaporkan bahwa *Citrus limon* memiliki potensi sebagai agen pembersih *smear layer* berdasarkan evaluasi menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM), sehingga memperkuat potensi bahan berbasis *citrus* sebagai kandidat bahan irigasi alami, namun evaluasi menggunakan SEM masih terbatas pada gambaran dua dimensi permukaan dentin, oleh karena itu dapat di analisis potensi ekstrak kulit bulir dan kulit buah jeruk nipis (*C. aurantifolia*) menggunakan *Confocal Laser Scanning Microscopy* (CLSM), yang mampu menghasilkan visualisasi tiga dimensi beresolusi tinggi serta memungkinkan pengamatan *smear layer* dan tubulus dentin secara lebih mendalam dan representatif.

Hasil analisis menggunakan *Confocal Laser Scanning Microscopy* (CLSM) yang disajikan pada Tabel 2 menunjukkan adanya kecenderungan penurunan skor *smear layer* seiring dengan peningkatan konsentrasi ekstrak etanol kulit buah dan kulit bulir jeruk nipis (*C. aurantifolia*), dengan nilai rerata masing-masing sebesar 3,667 pada konsentrasi 10%, 2,500 pada 15%, dan 1,833 pada 20%. Hasil uji *Kruskal–Wallis* pada Tabel 3 menunjukkan adanya perbedaan yang bermakna antar kelompok perlakuan ($p=0,001$). Berdasarkan uji *Mann–Whitney* pada Tabel 4, konsentrasi 10% dan 15% menunjukkan perbedaan bermakna dibandingkan EDTA 17%, sedangkan konsentrasi 20% tidak menunjukkan perbedaan bermakna dengan EDTA 17% ($p=0,093$). Temuan tersebut menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak hingga 20% memberikan efektivitas pembersihan *smear layer* yang relatif sebanding dengan EDTA 17%.

Hasil penelitian ini konsisten dengan penelitian Siregar dkk.²³ yang melaporkan bahwa ekstrak etanol kulit buah dan kulit bulir jeruk nipis (*C. aurantifolia*), pada konsentrasi 15%, 20%, dan 35% memberikan pengaruh terhadap kebersihan *smear layer* dinding saluran akar. Temuan pada penelitian ini memperkuat potensi ekstrak etanol kulit buah dan kulit bulir jeruk nipis (*C. aurantifolia*) sebagai bahan alternatif dalam pembersihan *smear layer*. Efektivitas tersebut diduga berkaitan dengan keberadaan senyawa saponin yang berperan sebagai surfaktan alami, sehingga dapat membantu proses pelepasan debris dan komponen *smear layer* dari permukaan dentin.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Jumlah sampel yang digunakan relatif terbatas dan desain penelitian masih bersifat *in vitro*, sehingga hasil penelitian belum sepenuhnya mencerminkan kondisi klinis di dalam rongga mulut, selain itu penelitian ini belum mengevaluasi aspek biokompatibilitas, sitotoksitas, serta efek jangka panjang ekstrak terhadap jaringan periapikal dan struktur dentin, oleh karena itu diperlukan penelitian lanjutan dengan desain *in vivo*, jumlah sampel yang lebih besar, serta evaluasi toksisitas untuk memperoleh hasil yang lebih komprehensif.

SIMPULAN

Ekstrak etanol kulit buah dan kulit bulir jeruk nipis (*C. aurantifolia*) konsentrasi 20% menunjukkan kemampuan membersihkan *smear layer* pada dinding saluran akar yang hampir setara dengan EDTA 17% berdasarkan pengamatan menggunakan *Confocal Laser Scanning Microscopy* (CLSM). Implikasi dari penelitian ini adalah menunjukkan bahwa ekstrak etanol kulit buah dan kulit bulir jeruk nipis (*C. aurantifolia*) berpotensi dikembangkan sebagai bahan irigasi alami yang lebih biokompatibel dalam perawatan saluran akar. Temuan ini diharapkan dapat menjadi

dasar pengembangan bahan irigasi alternatif serta mendorong penelitian lanjutan terkait uji toksisitas, biokompatibilitas, dan efektivitas klinis.

Kontribusi Penulis: Konseptualisasi, NA.; SA.; IK.; MF.; R.; metodologi, NA.; SA.; IK.; MF.; R.; perangkat lunak, NA.; SA.; IK.; MF.; R.; validasi, NA.; SA.; IK.; MF.; R.; analisis formal, NA.; SA.; IK.; MF.; R.; investigasi, NA.; SA.; IK.; MF.; R.; sumber daya, NA.; SA.; IK.; MF.; R.; kurasi data, NA.; penulisan draf asli, NA.; penulisan ulasan dan penyuntingan, NA.; visualisasi, NA.; supervisi, NA.; SA.; IK.; MF.; R.;

Pendanaan: Penelitian ini tidak menerima pendanaan dari lembaga publik mana pun.

Persetujuan Etik: Studi ini telah disetujui oleh komite penelitian etika Universitas Muslim Indonesia No. 657/A.1/KEP-UMI/IX/2025.

Pernyataan Persetujuan Data: Tidak berlaku untuk studi yang tidak melibatkan manusia.

Pernyataan Ketersediaan Data: Para penulis menegaskan bahwa data yang mendukung temuan penelitian ini tersedia di dalam artikel.

Konflik Kepentingan: Para penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Riany A, Isyadestia B, Rusmiany P. Effectiveness of red rose (*Rosa damascena* Mill) extract as a root canal sterilization material. *Interdental J Kedokt Gigi*. 2022;18(1):27-32. <https://doi.org/10.46862/interdental.v18i1.4311>.
2. Nurazizah N. Aplikasi konsultasi penyakit gigi dan mulut di Senyum Dental Care menggunakan metode Certainty Factor. *J Inform Tek Elektro Terap*. 2023;11(3). <https://doi.org/10.23960/jitet.v11i3.3129>.
3. Khulwani QW, Nasia AA, Nugraheni A. Hubungan pengetahuan, sikap, dan perilaku kesehatan gigi dan mulut terhadap status karies siswa SMP Negeri 1 Selogiri Wonogiri. *E-GiGi*. 2021;9(1):4-10. <https://doi.org/10.35790/eg.9.1.2021.32570>.
4. Permatasari R, Ekiyo E. Potensi chitosan sebagai bahan irigasi dalam pembersihan smear layer saluran akar. *Andalas Dent J*. 2023;11(2):61-73. <https://doi.org/10.25077/adj.v11i2.231>.
5. Widyastuti NH, Difa Y. Perawatan saluran akar dan restorasi porcelain fused to metal pada gigi fraktur mahkota nekrosis pulpa. *J Ilmu Kedokt Gigi*. 2021;4(1). <https://doi.org/10.23917/jikg.v4i1.15849>.
6. Paath SL, Aryanto M, Putri D. Daya hambat perasan jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) terhadap pertumbuhan bakteri *Enterococcus faecalis*. *J Ilm Teknol Kedokt Gigi*. 2021;17(1):16-19. <https://doi.org/10.32509/jitekgi.v17i1.1071>.
7. Yulistina Y, Yasin AS, Arsad A, Dirman R. Hubungan tingkat pengetahuan pasien dengan minat perawatan saluran akar gigi di poli gigi RS Daerah Beriman Balikpapan. *J Pharm Health Res*. 2023;4(2).
8. Damania PW, Fatmawati DWA, Setyorini D. Daya antibakteri ekstrak kulit buah kakao (*Theobroma cacao* L.) sebagai alternatif bahan irigasi saluran akar terhadap *Streptococcus viridans*. *Stomatognathic J*. 2023;20(1):78-81. <https://doi.org/10.19184/stoma.v20i1.38609>.
9. Maulidiyah DD, Lestari S, Nugroho R, Supriyadi S, Fatmawati DWA. Efektivitas air perasan pulpa kakao 50% dalam membersihkan smear layer pada dinding saluran akar gigi. *J Kedokt Gigi Univ Padjadjaran*. 2021;33(3):188-194. <https://doi.org/10.24198/jikg.v33i3.34435>.
10. Destira N, Denny N. Kombinasi larutan irigasi dalam perawatan saluran akar gigi. *Makassar Dent J*. 2024;13(3):372-374. <https://doi.org/10.35856/mdj.v13i3.1040>.
11. Mulyani H, Nahzi IY, Diana S. Perbandingan kekuatan geser resin komposit bioaktif antara klorheksidin diglukonat 2% dan NaOCl 5% + EDTA 17% sebagai cavity cleanser. *J Kedokt Gigi*. 2021;5(2).
12. Wibisono L, Dharsono HDA. Perawatan saluran akar pada gigi molar pertama kanan mandibula dengan pulpitis ireversibel simptomatik. *J Kedokt Gigi Univ Padjadjaran*. 2021;32(3):127-135. <https://doi.org/10.24198/jikg.v32i3.29523>.
13. Yulistia RE, Widyastari R, Farid MK. Potensi ekstrak etanol kulit buah naga super merah (*Hylocereus costaricensis*) untuk menghambat bakteri *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 dalam perawatan saluran akar gigi. *Padjadjaran J Dent Res Stud*. 2021;5(1):24-29. <https://doi.org/10.24198/pjdrs.v5i1.28952>.
14. Bachtiar ZA. Perawatan saluran akar pada gigi permanen anak dengan bahan gutta percha. *J PDGI*. 2016;65(2):60-67.
15. Permatasari R, Safitri A. Peran EDTA sebagai bahan irigasi pada perawatan saluran akar. *M-Dental Educ Res J*. 2022;2(2):24-31.
16. Mattulada KI, Syam S, Asmah N. Efektivitas ekstrak bawang putih (*Allium sativum*) dalam menghambat jamur *Candida albicans*. *J Ris Kesehat Mod*. 2025;7(2).
17. Kartanawati TA, Asyari KA. Penyakit pulpa dan perawatan saluran akar satu kali kunjungan. *J Ilmu Kedokt Gigi*. 2021;4(2).
18. Mattulada KI, Syam S, Asmah N. Efektivitas ekstrak kitosan kulit udang (*Litopenaeus vannamei*) sebagai larutan irigasi pembersihan smear layer. *DENThalib J*. 2025;3(1).
19. Wicaksono DA, Suling PL, Mumu JY. Efektivitas ekstrak daun mangrove *Bruguiera gymnorrhiza* terhadap bakteri *Enterococcus faecalis* sebagai alternatif larutan irigasi perawatan saluran akar. *E-GiGi*. 2024;13(1):7-14. <https://doi.org/10.35790/eg.v13i1.51497>.
20. Agatha V, Kurnia C, Sugiaman VK. Aktivitas antibakteri ekstrak kulit jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) terhadap bakteri *Prevotella intermedia*. *J Kedokt Gigi Univ Padjadjaran*. 2021;33(2):167-173.
21. Arifin N, Anas R, Nursakia. Perbedaan ketahanan fraktur setelah irigasi saluran akar dengan menggunakan ekstrak daun jambu biji (*Psidium guajava* L.) dan air perasan jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*). *Makassar Dent J*. 2022;11(3):372-375. <https://doi.org/10.35856/mdj.v11i3.661>.
22. Asmawati, Fachrudin A, Puspita DL. Efektivitas larutan jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) terhadap penurunan peradangan gingiva. *J Ris Ilm*. 2023;5(2).
23. Gartika M, Wartadewi, Prasmeti TH. Pengaruh obat kumur herbal jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) terhadap penurunan indeks plak gigi. *Padjadjaran J Dent Res Stud*. 2019;3(2):146-149. <https://doi.org/10.24198/pjdrs.v3i2.24074>.
24. Febrianti E, Harun N. Uji efektivitas antiseptik obat kumur daun sirih hijau (*Piper betle* L.) terhadap bakteri isolat mulut. *J Sains Kes*. 2022;4(3):268-274.
25. Sulaeman AW, Handayani I, Wahyuni W. Formulasi sediaan krim ekstrak kulit buah jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) dan aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* penyebab bisul. *J Ilm Jophus J Pharm UMUS*. 2022;4(1):9-17. <https://doi.org/10.46772/jophus.v4i01.842>.
26. Nawrocka A, Piwonski I, Sauro S, Porcelli A, Hardan L, Lukomska-Szymanska M. Traditional microscopic techniques employed in dental adhesion research: applications and protocols of specimen preparation. *Biosensors (Basel)*. 2021;11(11):408.

- <https://doi.org/10.3390/bios11110408>.
27. Sari PD, Listiyawati, Ompunggu YN. Hubungan tingkat pengetahuan perawatan saluran akar dengan kepatuhan pasien saat menjalani perawatan berulang. *Mulawarman Dent J*. 2025;5(1).
 28. Siregar HI. Pengaruh irigasi ekstrak etanol kulit jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) terhadap kebersihan smear layer dinding saluran akar. *M-Dental Educ Res J*. 2022;5(2).
 29. Unnikrishnan M, Mathai V, Sadasiva K, Santakumari RSM, Girish S, Shailajakumari AK. The evaluation of dentin microhardness after use of 17% EDTA, 17% EGTA, 10% citric acid, MTAD used as chelating agents combined with 2.5% sodium hypochlorite after rotary instrumentation: an in vitro SEM study. *J Pharm Bioallied Sci*. 2019;11(Suppl 2):S200-S204. https://doi.org/10.4103/JPBS.JPBS_282_18.
 30. Alamoudi RA. The smear layer in endodontic: to keep or remove-an updated overview. *Saudi Endod J*. 2019;9(2):71-75. https://doi.org/10.4103/sej.sej_95_18.
 31. Buyukozer Ozkan H, Terlemez A, Batibay AB, Erdogan H, Cobankara FK. Evaluation of surface tensions and root-dentin surface contact angles of different endodontic irrigation solutions. *BMC Oral Health*. 2024;24(1):681. <https://doi.org/10.1186/s12903-024-04453-w>.
 32. Asmah N, Aslan S, Prawira D. Efektivitas ekstrak kulit bulir dan kulit buah jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) dalam menghambat bakteri *Enterococcus faecalis*. *Indones J Public Health*. 2024;2(1).
 33. Widyastuti HN, Rini SD. Pengaruh air perasan jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) sebagai cavity cleanser terhadap kekuatan tarik bahan adhesive self-etch. *Padjadjaran J Dent Res Stud*. 2023;7(1):52. <https://doi.org/10.24198/pjdrs.v7i1.43232>.
 34. Meyappan N, Mahadevan M, Manimaran ND, Paulaiian B, Gopal R, Kumar N. Scanning electron microscopy analysis of smear layer removal ability of conventional endodontic irrigation regimen, MTAD, and QMix™ versus a mixture of *Azadirachta indica* and *Citrus limon*: an in vitro study. *Cureus*. 2023;15(8):e42877. <https://doi.org/10.7759/cureus.42877>.