

Analysis of the potential of ethanol extract from small star fruit (*Averrhoa bilimbi* L) as a smear layer remover

Analisis potensi ekstrak etanol buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L) sebagai pembersih *smear layer*

¹Nur Asmah, ¹Indrya Kirana Mattulada, ¹Syamsiah Syam, ⁴Ika Shabrina, ⁵Nurul Fauzia Amanda

^{1,2,3}Bagian Konservasi, Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Muslim Indonesia

⁴Bagian Oral Biologi, Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Muslim Indonesia

⁵Mahasiswa, Fakultas Kedokteran Universitas Muslim Indonesia

Corresponding author, e-mail: nurulfauzia.amanda@gmail.com

ABSTRACT

Root canal treatment aims to remove vital and non-vital pulp tissue from the root canal. The smear layer consists of residual of RCT containing organic and inorganic matter from the root canal. Ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA 17%) is used as an irrigant to remove the smear layer, but it is toxic to periapical tissues. One natural irrigant that is safe for periapical tissues is the extract of star fruit (*Averrhoa bilimbi* L.), which contains active compounds such as saponins, flavonoids, and tannins that have potential to remove smear layer. This article reports on the potential of BBW ethanol extract as a smear layer cleaner. This laboratory experimental study, employing a post-test only control design, involved 24 single-rooted teeth divided into 4 treatment groups with 6 replicates. Assessment was performed using confocal laser scanning microscopy based on the Hulsmann scoring system, followed by statistical analysis. Based on the Mann-Whitney test, the comparison between the treatment groups (17% EDTA) and the 35% extract showed a p-value of 0.269, indicating no significant difference. It was concluded that the 35% ethanol extract of belimbing wuluh fruit is effective in removing the smear layer and has potential as a natural root canal irrigation agent.

Keywords: ethanol extract of star fruit, smear layer, root canal cleanliness

ABSTRAK

Perawatan saluran akar bertujuan menghilangkan jaringan pulpa vital maupun non vital dari saluran akar. *Smear layer* merupakan sisa PSA yang mengandung bahan organik dan anorganik saluran akar. *Ethylenediamine tetra-acetic acid* (EDTA 17%) digunakan sebagai bahan irigasi untuk membersihkan *smear layer*, namun memiliki sifat toksik terhadap jaringan periapikal. Bahan irigasi alami yang aman terhadap jaringan periapikal salah satunya ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) mengandung senyawa aktif seperti saponin, flavonoid, dan tanin yang berpotensi membersihkan *smear layer*. Artikel ini melaporkan potensi ekstrak etanol BBW sebagai pembersih *smear layer*. Penelitian eksperimen laboratorium dengan rancangan *post test only control design* ini melibatkan 24 gigi berakar tunggal yang dibagi menjadi 4 kelompok perlakuan dan 6 kali replikasi. Penilaian dilakukan menggunakan *confocal laser scanning microscopy* berdasarkan sistem skor *Hulsmann*, kemudian dianalisis secara statistik. Berdasarkan uji *Mann-Whitney*, uji antara kelompok perlakuan (EDTA 17%) dan ekstrak 35% menunjukkan nilai *p-value* sebesar 0,269 yang berarti tidak ada perbedaan signifikan. Disimpulkan bahwa ekstrak etanol buah belimbing wuluh 35% efektif membersihkan *smear layer* dan berpotensi sebagai bahan irigasi saluran akar alami.

Kata kunci: ekstrak etanol buah belimbing wuluh, *smear layer*, kebersihan saluran akar

Received: 10 December 2025

Accepted: 5 February 2026

Published: 1 April 2026

PENDAHULUAN

Perawatan saluran akar merupakan prosedur biomekanis dan kimiawi terhadap saluran akar dengan tujuan utama untuk menghilangkan penyakit pulpa dan periapikal, membersihkan dan mensterilkan saluran akar dari jaringan nekrotik dan mikroorganisme kemudian mengisi saluran akar untuk mencegah infeksi ulang serta mempercepat penyembuhan dan regenerasi jaringan.^{1,2} PSA terdiri dari tiga tahap yaitu preparasi akses ke saluran akar, sterilisasi saluran akar (*cleaning and shaping*) dan mengisi saluran akar (obturasi).³

Larutan irigasi adalah bahan pembersih saluran akar gigi yang berfungsi untuk mengangkat sisa-sisa debris, dentin hasil preparasi, darah, bakteri, serta kolagen yang mengalami denaturasi akibat proses preparasi gigi.⁴ Proses irigasi berperan penting dalam mendukung PSA karena membantu mengeluarkan jaringan nekrotik, organisme mikro, serta sisa dentin saluran akar yang mengalami infeksi. Larutan irigasi yang ideal harus memiliki kemampuan antimikroba yang luas, mampu melarutkan jaringan pulpa, serta aman digunakan karena tidak bersifat toksik.⁵

Smear layer merupakan hasil sisa preparasi dan melekat kuat ke dinding saluran akar selama pembentukan saluran akar.^{6,7} *Smear layer* terdiri atas dua jenis, yaitu bahan organik yang memiliki ketebalan sekitar 1-2 μm , serta bahan anorganik yang ketebalannya mencapai 40 μm .⁸ *Smear layer* dapat memicu kolonisasi bakteri, menghambat penetrasi medikamen intrakanal, serta dapat menghambat daya rekat bahan pengisi saluran akar karena kandungan organiknya bisa menjadi tempat berkembangnya organisme mikro, sehingga dibutuhkan larutan irigasi yang efektif untuk melarutkan *smear layer* dan membersihkan dinding saluran akar secara menyeluruh.^{7,9} Irigasi saluran akar merupakan tahap penting dalam proses pembersihan saluran akar yang dilakukan baik sebelum maupun setelah pembukaan saluran akar untuk mencegah tumbuhnya bakteri.¹⁰

Berbagai jenis larutan irigasi telah digunakan untuk menghilang-

kan *smear layer* tetapi belum ada yang mampu membersihkannya secara sempurna sehingga diperlukan kombinasi larutan dengan sifat saling melengkapi untuk mencapai efektivitas optimal sesuai dengan tujuan perawatan saluran akar.¹¹ *Ethylenediamine tetra-acetic acid* (EDTA 17%) merupakan agen khelasi kalsium yang berfungsi untuk menghilangkan mineral dari *smear layer* dan debris pada dinding saluran akar.¹² EDTA 17% memiliki aktivitas antibakteri yang rendah sehingga sering dikombinasikan dengan bahan irigasi lain selain EDTA 17% dapat menimbulkan efek toksik pada jaringan periapikal.¹³

Penggunaan tanaman sebagai bahan obat telah lama dikenal secara luas di Indonesia. Obat dari bahan alam diklasifikasikan menjadi jamu, obat herbal terstandar, fitofarmaka. Jamu merupakan sediaan tradisional yang berasal dari ramuan bahan alam berdasarkan pengetahuan turun-temurun masyarakat, digunakan untuk menjaga kesehatan, mencegah, dan mengobati penyakit. Obat herbal terstandar (OHT) adalah obat yang telah digunakan secara tradisional dan didukung oleh bukti ilmiah melalui uji praklinik, serta menggunakan bahan baku yang telah distandarisasi. Fitofarmaka adalah obat herbal yang telah melalui uji praklinik dan klinik serta memiliki bahan baku dan produk akhir yang terstandar, sehingga diakui setara dengan obat modern.¹⁴

Indonesia merupakan negara yang beriklim tropis yang kaya akan keanekaragaman flora yang dimanfaatkan dalam bidang kesehatan salah satunya adalah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.). Peningkatan penggunaan bahan alami berbasis herbal dipengaruhi oleh kepercayaan masyarakat bahwa bahan herbal lebih aman dan memiliki efek samping yang lebih rendah.¹⁵ Belimbing wuluh lebih dikenal dengan nama belimbing asam adalah tanaman tropis yang mudah ditemukan dan tidak tergolong sebagai tanaman musiman. Hampir semua bagian dari tanaman ini dapat digunakan, mulai dari batang, daun, bunga hingga buahnya dapat dimanfaatkan sebagai sumber bahan alam dari tumbuhan untuk keperluan kesehatan. Belimbing

wuluh mengandung senyawa aktif flavonoid, tanin, saponin, fenol dan triterpenoid. Kandungan senyawa saponin bersifat sebagai antibakteri dan anti-inflamasi serta memiliki kemampuan sebagai surfaktan alami yaitu mampu menurunkan tegangan permukaan sehingga membantu membersihkan *smear layer*.¹⁶

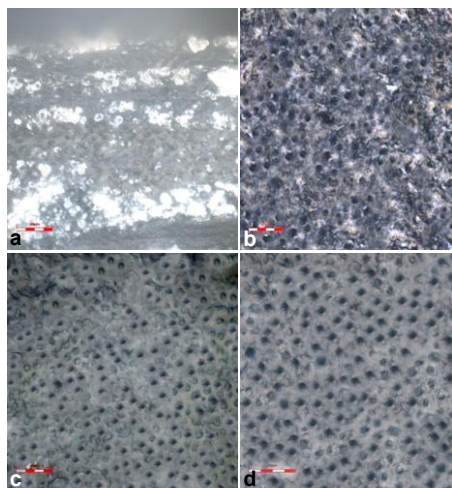
Berdasarkan latar belakang tersebut perlu diteliti memanfaatkan buah belimbing wuluh (BBW) sebagai bahan penelitian dengan berbagai variasi konsentrasi.

METODE

Dengan desain eksperimen laboratorium dengan model *post-test only control design*, dikategorikan sebagai *true experimental*. Penelitian ini memiliki 24 sampel, yang terdiri atas empat jenis kelompok perlakuan dan repetisi enam kali.

HASIL

Pengujian dilakukan menggunakan empat kelompok perlakuan yaitu ekstrak dengan konsentrasi 25%, 30%, 35%, serta larutan EDTA 17% sebagai kontrol positif. Pengujian efektivitas ekstrak BBW dilakukan repetisi enam kali sampel untuk setiap kelompok larutan dengan tujuan menentukan tingkat kemampuannya dalam menghilangkan *smear layer* pada dinding saluran akar gigi. Uji fitokimia juga dilakukan untuk mengidentifikasi senyawa aktif yang terdapat dalam ekstrak tersebut.



Gambar 1 Hasil *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

Tingkat keberhasilan *smear layer* pada saluran akar yang diirigasi menggunakan ekstrak BBW 25%, 30%, 35% dan EDTA 17% kemudian dinilai menggunakan sistem skor Hulsman. Skor yang lebih rendah menunjukkan saluran akar yang lebih bersih dan jumlah tubulus dentin yang lebih banyak terbuka.

Hasil analisis deskriptif pada perlakuan ekstrak 25% menunjukkan nilai rerata sebesar 3,33 dengan standar deviasi 0,267. Perlakuan ekstrak 30% menunjukkan nilai rerata 2,50 dengan standar deviasi

0,548. Perlakuan ekstrak 35% menunjukkan nilai rerata 1,67 dengan standar deviasi 0,516. Perlakuan (EDTA 17%) menunjukkan nilai rerata 1,33 dengan standar deviasi 0,516.

Tabel 2 Analisis deskriptif terhadap penilaian kebersihan *smear layer*

Ekstrak Buah	Mean	Std. Deviasi	Uji Normalitas (P-Value)	Uji Homogenitas (P-Value)
Ekstrak 25%	3,33	0,267	0,001	
Ekstrak 30%	2,50	0,548	0,004	
Ekstrak 35%	1,67	0,516	0,001	
EDTA 17%	1,33	0,516	0,001	

Ket: Data terdistribusi normal dan homogen jika *p-value* > 0,05

Tabel 3 Analisis perbandingan penilaian kebersihan *smear layer*

Ekstrak Buah	Mean	Std. Deviasi	P-Value
Ekstrak 25%	3,33	0,267	
Ekstrak 30%	2,50	0,548	
Ekstrak 35%	1,67	0,516	
EDTA 17%	1,33	0,516	

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

Berdasarkan hasil uji *Kruskal Wallis* pada kelompok perlakuan nilai rerata terkecil pada perlakuan EDTA 17% sebesar 1,33 dengan standar deviasi sebesar 0,516 sedangkan nilai rerata terbesar terjadi pada konsentrasi ekstrak 25% yaitu 3,33 dengan standar deviasi sebesar 0,267. Hasil uji *Kruskal Wallis* adalah *p-value* sebesar 0,001 yang lebih kecil daripada 0,05 (*p-value* < 0,05), kelompok perlakuan ekstrak 25%, 30%, 35% dan EDTA 17% yang diberikan berpengaruh signifikan pada kebersihan *smear layer*. Selanjutnya untuk melihat perlakuan yang paling signifikan berpengaruh maka dilakukan uji lanjut menggunakan uji *mann-whitney*.

Tabel 4 Analisis perbandingan penilaian kebersihan *smear layer*

Ekstrak Buah	Rerata	Post hoc (<i>Mann whitney</i>)			
		Ekstrak 25%	Ekstrak 30%	Ekstrak 35%	EDTA 17%
Ekstrak 25%	3,33		0,03*	0,003*	0,003*
Ekstrak 30%	2,50			0,03*	0,011*
Ekstrak 35%	1,67				0,269
EDTA 17%	1,33				

Ket: Post hoc comparison (*Mann Whitney*) *signifikan (*P* < 0,05)

Hasil perbandingan antara kelompok perlakuan ekstrak 30% dan 25% menunjukkan *p-value* senilai 0,03 yang lebih kecil daripada 0,05. Terdapat perbedaan signifikan antara ekstrak 30% dan ekstrak 25% terhadap penilaian kebersihan *smear layer*.

Hasil perbandingan antara kelompok perlakuan ekstrak 35% dan 25% menunjukkan *p-value* sebesar 0,003 yang lebih kecil daripada 0,05. Terdapat perbedaan signifikan antara ekstrak 35% dan ekstrak 25% terhadap penilaian kebersihan *smear layer*. Selain itu, hasil perbandingan antara kelompok perlakuan ekstrak 35% dan 30% menunjukkan nilai *p-value* sebesar 0,03 yang lebih kecil daripada 0,05. Terdapat perbedaan signifikan antara ekstrak 35% dan ekstrak 30% terhadap penilaian kebersihan *smear layer*.

Hasil perbandingan antara kelompok perlakuan EDTA 17% dan ekstrak 25% menunjukkan *p-value* sebesar 0,003 yang lebih kecil daripada 0,05. Terdapat perbedaan signifikan antara EDTA 17% dan ekstrak 25% terhadap penilaian kebersihan *smear layer*. Perbandingan

Tabel 1 Hasil uji fitokimia ekstrak BBW

Pengujian	Pereaksi	Positif (+)	Hasil	Perubahan
Flavonoid	Magnesium (Mg) + HCl	Warna coklat	+	Terbentuk warna coklat kekuningan
Fenolik	FeCl ₃	Warna hijau, biru, merah	+	Terbentuk warna merah
Saponin	Aquadest + HCl 12 N	Terlihat busa saat ditambah HCl1	+	Terdapat busa yang stabil
Steroid	Liebermann- Buchard	Cincin biru kehijauan	-	Tidak terbentuk cincin biru kehijauan
Terpenoid	Liebermann- Buchard	Cincin coklat atau ungu	+	Terbentuk cincin coklat
Alkaloid	Wagner	Endapan coklat	+	Terbentuk endapan coklat

(+) = Terbentuk warna yang sesuai, (-) = Tidak terbentuk warna yang sesuai

an antara kelompok perlakuan EDTA 17% dan ekstrak 30% menunjukkan *p-value* sebesar 0,011 yang lebih kecil daripada 0,05. Terdapat perbedaan signifikan antara EDTA 17% dan ekstrak 30% terhadap penilaian kebersihan *smear layer*. Kemudian perbandingan antara EDTA 17% dan ekstrak 35% menunjukkan *p-value* sebesar 0,269 yang lebih besar daripada 0,05. Menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan signifikan antara ekstrak 35% dan EDTA 17% terhadap penilaian kebersihan *smear layer*.

PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan ekstrak BBW mengandung flavonoid, fenolik, saponin, terpenoid dan alkaloid, namun tidak mengandung steroid. Kandungan senyawa tersebut berperan dalam pembersihan *smear layer*, terutama senyawa saponin diasumsikan berperan dalam pembersihan *smear layer* melalui beberapa mekanisme, dengan aktivitas sebagai surfaktan alami. Sifat surfaktan ini mampu menurunkan tegangan permukaan sehingga mempermudah pelepasan debris dari dinding saluran akar. Selain itu, meningkatkan kemampuan larutan untuk membasahi permukaan dentin dan mendukung pengangkatan komponen organik maupun anorganik sehingga berpotensi meningkatkan kebersihan *smear layer* pada dinding saluran akar gigi.¹⁷

Pada penelitian Widjastuti dkk senyawa flavonoid dan terpenoid merupakan senyawa utama yang memiliki kemampuan dalam menghambat pertumbuhan bakteri. Saponin memiliki sifat surfaktan sehingga dikenal sebagai deterjen alami yang berfungsi sebagai agen pembersih *smear layer*.¹⁸ Menurut penelitian Kambaya dkk, ekstrak etanol daun dan BBW efektif menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*.¹⁹ Pada penelitian Amin dkk, ditunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak BBW mampu menghambat bakteri *Enterococcus faecalis*.²⁰ Maulidiyah dkk menyatakan bahwa ekstrak air perasan pulpa kakao mengandung senyawa aktif yang sama dengan BBW berupa asam dan saponin yang berperan dalam pembersihan komponen organik dan anorganik serta menunjukkan aktivitas antibakteri.⁹

Penelitian Asmah dkk menunjukkan bahwa tidak terdeteksi saponin pada ekstrak BBW meskipun menggunakan pelarut dan metode ekstraksi yang sama dengan penelitian ini, namun memberikan gambaran bahwa berdasarkan analisis *scanning electron micro-*

scope irigasi menggunakan ekstrak BBW 25% dan 30% menunjukkan efektivitas yang lebih rendah dalam membersihkan *smear layer* sedangkan konsentrasi 35% tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan dibandingkan EDTA 17%, sehingga memiliki efektivitas pembersihan *smear layer* yang hampir setara.²¹ Perbedaan ini menunjukkan bahwa kandungan senyawa bioaktif dipengaruhi oleh spesies tanaman, faktor lingkungan dan geografis seperti iklim, kondisi tanah, lokasi tumbuh, kelembaban, kualitas udara, dan ketinggian tempat.²²

EDTA 17% merupakan agen pengkelat yang mengikat ion kalsium dentin sehingga memicu demineralisasi dan meningkatkan permeabilitas saluran akar.²³ EDTA 17% berperan sebagai agen khelasi yang efektif dalam menghilangkan komponen anorganik, namun tidak mampu melarutkan komponen organik serta tidak memiliki aktivitas antibakteri.⁹

Penilaian kebersihan *smear layer* pada penelitian ini dilakukan menggunakan *confocal laser scanning microscopy* (CLSM), yang memiliki keunggulan dalam menghasilkan visualisasi tiga dimensi dengan resolusi tinggi sehingga memudahkan pengamatan *smear layer* dan terbukanya tubulus dentin, serta memberikan gambaran kondisi dinding saluran akar yang lebih akurat pada kedalaman tubulus dentin yang berbeda setelah diirigasi.²⁴

Dari penelitian ini tampak bahwa analisis ekstrak etanol BBW menggunakan CLSM dengan menggunakan penilaian *Hulsman* konsentrasi 25% menunjukkan kemampuan pembersihan *smear layer* yang rendah, konsentrasi 30% memberikan hasil pembersihan sedang, dan konsentrasi 35% menunjukkan efektivitas tinggi dalam pembersihan *smear layer*, namun konsentrasi tersebut belum memiliki kemampuan yang lebih besar dibandingkan EDTA yang sangat tinggi sebagai *gold standard*. Kemampuan pembersihan *smear layer* yang tinggi pada konsentrasi 35% berkaitan dengan peningkatan aktivitas saponin sebagai surfaktan alami yang menurunkan tegangan permukaan dan meningkatkan penetrasi larutan ke dalam tubulus dentin sehingga pelepasan *smear layer* menjadi lebih optimal.

Disimpulkan bahwa ekstrak etanol buah belimbing wuluh konsentrasi 35% memiliki potensi dalam membersihkan *smear layer* pada dinding saluran akar yang hampir setara dengan EDTA 17%. Selanjutnya perlu dilakukan uji keamanan sitotoksitas serta uji toksisitas. Uji kekerasan dentin diperlukan untuk menilai efektivitas pembersihan *smear layer* secara menyeluruh.

DAFTAR PUSTAKA

1. Kalalambang IG, Untara RTE. Perawatan saluran akar dengan restorasi resin komposit teknik semi-indirek disertai penguat pita fiber. *Maj Kedokt Gigi Klin* 2018; 4: 1–8.
2. Bintang QA, Fatmawati DWA, Rakhmadian RD, Lestari S. Tingkat keberhasilan perawatan saluran akar pada gigi non vital di RSGM Universitas Jember tahun 2016. *Arter J Ilmu Kesehat* 2022; 3: 95–102.
3. Paath SL, Aryanto M, Putri DCKA. Daya hambat perasan jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) terhadap pertumbuhan bakteri *Enterococcus faecalis*. *J Ilm dan Teknol Kedokt Gigi* 2021; 17:16-9.
4. Kartika AD, Widyastuti NH. Aplikasi chlorhexidine 2% dan asam poliakrilat 10% terhadap kekuatan tarik adhesive self-etch restorasi resin komposit. *Jurnal Ilmu Kedokt Gigi* 2020; 3: 1–5.
5. Wicaksono DA, Suling PL, Mumu JY. Efektivitas ekstrak daun mangrove *Bruguiera Gymnorhiza* terhadap bakteri *Enterococcus Faecalis* sebagai alternatif larutan irigasi perawatan saluran akar. *e-GiGi* 2024; 13: 7–14.
6. Tong J, Liu L, Du J, Gao Y, Song D, Huang D. Effect of photon-induced photoacoustic streaming and shock-wave enhanced emission photoacoustic streaming technique on the removal of the smear layer after root canal preparation in curved root canals. *J Dent Sci* 2023; 18: 157–64.
7. Trilaksana AC, Kirana I, Arisandi. Effectiveness of brown algae extract (*Sargassum sp*) 15% in dissolving root canal smear layer (a SEM study). *Med Clin Pract* 2020; 3: 4–6.
8. Mulyani H, Nahzi MYI, Diana S. Perbandingan kekuatan geser resin komposit bioaktif antara klorheksidin diglukonat 2% dan NaOCL 5%+EDTA 17% sebagai cavity cleanser. *Dentin* 2021; 5: 92-7.
9. Maulidiyah DD, Lestari S, Nugroho R. Efektivitas air perasan pulpa kakao 50% dalam membersihkan smear layer pada dinding saluran akar gigi. *J Kedokt Gigi Univ Padjadjaran* 2021; 33: 188.
10. Aslan S, Febriany M, Putri RS. Efektivitas daun mahkota dewa (*Phaleria macrocarpa* L.) terhadap pertumbuhan bakteri *Enterococcus Faecalis* sebagai alternatif bahan irigasi saluran akar. *Indones J Publ Heal* 2024; 2: 102–9.
11. Ferreira-Reguera A, Ferreira I, Pina-Vaz I, Biedma BM, Cruces JM. Chitosan's ability to remove the smear layer a systematic review of ex vivo studies. *Med* 2025; 61: 5–7.
12. Zou X, Zheng X, Liang Y, Zhang C, Fan B, Liang J, et al. Expert consensus on irrigation and intracanal medication in root canal therapy. *Int J Oral Sci*

- 2024; 16: 1–10.
13. Mattulada IK, Syam S, Asmah N, Aslan S, Norman IM. Efektivitas ekstrak kitosan kulit udang (*Litopenaeus vannamei*) sebagai larutan irigasi pada pembersihan smear layer. *Denthalib J.* 2025; 3: 1–4.
 14. Wardhana N, Budiarsih. Aspek hukum dalam penggunaan ramuan herbal oleh tenaga kesehatan: tanggung jawab dan perlindungan pasien. *J Ilmu Sos Polit dan Huk* 2024; 3: 501-7.
 15. Astuti W, Susanti D, Tutik. Uji antibakteri ekstrak etanol daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*) terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* menggunakan metode dilusi. *J Ilmu Kedokt dan Kesehat.* 2024; 11: 1038-49.
 16. Abdullah N, Munadirah. Efektivitas ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*) dalam menghambat bakteri *Staphylococcus aureus*. *J Media Kesehat Gigi* 2021; 20: 17–23.
 17. Ozkan BH, 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* 2014;24, 681.
 18. Dara AN, Widjiastuti I, Setyowati L. Efektivitas ekstrak daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi Linn*) sebagai bahan pembersih saluran akar gigi. *Conserv Dent J* 2016; 6: 82–6.
 19. Kambaya PP, Jumiaty, Masyhudi. Uji efek antibakteri ekstrak etanol buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi L*) sebagai kandidat bahan medikamen saluran akar gigi terhadap pertumbuhan *Staphylococcus aureus* secara *in vitro*. *Mulawarman Dent J* 2021; 1: 1–9.
 20. Faudah AM, Ariwibowo T, Fikriyanti A. Uji efektivitas antibakteri ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoabilimbi Linn*) terhadap *Enterococcus faecalis*. *J Kedokt Gigi Terpadu* 2023; 5: 99–102.
 21. Asmah N, Syam S, Sembiring IA, Selviana Y, Syalsabilah A. The effectiveness of belimbing wuluh fruit extract (*Averrhoa bilimbi L*) as a smear layer cleanser. *J Syiah Kuala Dent Soc* 2024; 9: 64-8.
 22. Starlista V, Lamin S, Yunisy A. Skrining fitokimia ekstrak itokimia ekstrak (*Averrhoa bilimbi L.*) daun dan buah tanaman belimbing wuluh. *J Inov Kesehat Adapt* 2025; 7: 96–9.
 23. Permatasari R, Safitri A. Peran EDTA sebagai bahan irigasi pada perawatan saluran akar. *M-Dej Fkg Updm.* 2022; 2: 24–31.
 24. Wang X, Yan T, Wang L. Ultra-low-cost and high-fidelity NIR-Ilconfocal laser scanning microscope with Bessel beam excitation and SiPM detection. *Biomedical Optics Express* 2024;15(8).