

STUDI KASUS

Penggunaan EDTA 17% sebagai irigan perawatan saluran akar

Alifia Nurul Assyurah*✉, Denny Nurdin**

*Program Pendidikan Dokter Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Padjadjaran, Bandung, Jawa Barat, Indonesia

**Departemen Konservasi Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Padjadjaran, Bandung, Jawa Barat, Indonesia

*Jl. Sekeloa Selatan, Bandung, Jawa Barat, Indonesia; ✉ koresponden: alifia17008@mail.unpad.ac.id

Submisi: 22 Januari 2025; Revisi: 31 Juli 2025; Penerimaan: 12 November 2025

ABSTRAK

Keberhasilan perawatan saluran akar ditentukan oleh pembersihan debris, desinfeksi, dan obturasi. Irigasi merupakan bagian penting pada perawatan saluran akar. Tindakan irigasi bertujuan untuk menghilangkan debris dan bakteri pada saluran akar. Salah satu bahan irigasi yang sering digunakan adalah asam etilendiamintetraasetat (EDTA) 17%. Bahan ini berfungsi untuk agen pengkelat dan menghilangkan bagian *smear layer* yang termineralisasi. Laporan kasus ini membahas perawatan kasus pulpitis *irreversible* simptomatik yang disertai periodontitis apikalis simptomatik gigi 21 pada perempuan berusia 21 tahun yang mengeluhkan sakit pada gigi kiri rahang atas. Gigi tersebut telah direstorasi sebelumnya. Hasil pemeriksaan subyektif dan obyektif diketahui gigi 21 mengalami pulpitis *irreversible* simptomatik disertai periodontitis apikalis simptomatik. Perawatan saluran akar yang dilakukan pada kasus ini dengan menggunakan bahan irigan EDTA 17% memperlihatkan hasil yang baik. EDTA 17% berfungsi sebagai agen pengkelat yang efektif untuk melunakkan dentin, sehingga penggunaan EDTA 17% pada saluran akar yang sempit dan terkalsifikasi dapat memudahkan pelebaran dan pembersihan saluran yang selanjutnya meningkatkan keberhasilan perawatan saluran akar.

Kata kunci: EDTA; irigasi saluran akar; kalsifikasi akar; perawatan saluran akar

ABSTRACT: *Use of 17% EDTA as an irrigant in root canal treatment. Successful root canal therapy relies on effective debridement, disinfection, and obturation. Irrigation plays a critical role in eliminating debris and microbial contaminants from the root canal system. Among commonly used irrigants, 17% ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) serves as a chelating agent capable of removing the mineralized component of the smear layer. This case report describes the management of symptomatic irreversible pulpitis accompanied by symptomatic apical periodontitis in tooth 21 of a 21-year-old female patient presenting with pain in the upper left anterior region. The tooth had been previously restored. Clinical and radiographic examinations confirmed the diagnosis. Root canal treatment incorporating 17% EDTA as an irrigant demonstrated favorable outcomes. The use of 17% EDTA effectively softened dentin and facilitated instrumentation in the narrow and partially calcified canal, thereby improving canal shaping and cleaning and ultimately contributing to the success of the endodontic treatment.*

Keywords: EDTA; root canal irrigation; calcified root canals; root canal treatment

PENDAHULUAN

Perawatan saluran akar adalah prosedur perawatan pulpa yang berfungsi untuk mempertahankan fungsi dan estetik dari gigi. Keberhasilan perawatan saluran akar didasarkan pada penegakan diagnosis yang akurat, rencana perawatan yang tepat, pembersihan debris, desinfeksi, dan obturasi saluran akar. Studi awal tentang prognosis menunjukkan bahwa obturasi yang buruk dapat menyebabkan kegagalan pada perawatan saluran akar. Namun demikian

terdapat pendapat lain yang menyebutkan bahwa obturasi hanya mencerminkan keberhasilan dari *cleaning* dan *shaping*. Eliminasi jaringan pulpa yang meradang atau nekrotik dan mikroorganisme merupakan faktor penting yang menentukan keberhasilan perawatan saluran akar. Obturasi saluran akar setelah *cleaning* dan *shaping* membantu mencegah terjadinya kontaminasi ulang saluran akar.¹ Pada proses perawatan saluran akar, irigasi merupakan tahapan yang sangat penting. Fungsi dan tujuan irigasi tergantung pada jenis

irigasi yang digunakan. Irigasi dapat mengurangi gaya gesek antara *files* dengan dentin, membantu untuk melarutkan bahan organik dan anorganik, serta dapat meningkatkan efektifitas instrumen atau *files*. Irigasi juga berfungsi untuk menghilangkan debris dan bakteri pada saluran akar, dengan cara bekerja melawan biofilm saluran akar. Area dinding saluran akar yang tidak terjangkau dengan *files* atau instrumen mekanis dapat dijangkau dengan irigasi.²

Salah satu bahan yang digunakan untuk irigasi adalah asam etilendiamintetraasetat (EDTA) 17%. EDTA merupakan asam aminopolikarboksilat dan padatan tak berwarna yang dapat larut dalam air. EDTA sering direkomendasikan sebagai bahan irigasi karena kemampuannya untuk mengkelat dan menghilangkan *smear layer* yang termineralisasi. *Smear layer* merupakan lapisan granular tidak beraturan setebal 1-2 µm, dapat menembus hingga 40 µm ke dalam tubulus dentin. *Smear layer* terbentuk dari campuran kompleks yang terdiri dari partikel organik dan anorganik, jaringan pulpa, protein, sel darah, serta bakteri dan jamur pada saluran akar yang terinfeksi.²

EDTA merupakan agen pengkelat yang baik karena kemampuannya mengikat ion logam di-dan trikationik seperti Ca²⁺ dan Fe³⁺. Ketika ion logam terikat dengan EDTA, zat tersebut tetap berada dalam larutan tetapi menjadi kurang reaktif. Penggunaan EDTA saja biasanya kurang efektif untuk menghilangkan dan membersihkan *smear layer*. Untuk menghilangkan komponen organik dari *smear layer* perlu ditambahkan komponen proteolitik seperti NaOCl. EDTA yang digunakan untuk bahan irigasi biasanya memiliki konsentrasi 17% dan ketika bersentuhan langsung dengan dinding saluran akar selama kurang lebih 1 menit dapat membantu untuk membersihkan dan menghilangkan *smear layer*.² Laporan kasus ini akan membahas penggunaan EDTA 17% sebagai bahan irigasi pada perawatan endodontik dengan kalsifikasi saluran akar.

METODE

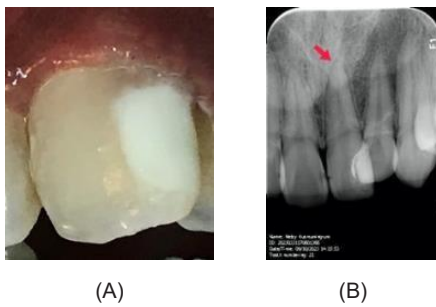
Seorang pasien perempuan berusia 21 tahun datang dengan keluhan gigi depan kiri atas berlubang sejak 4 tahun yang lalu. Gigi tersebut

telah dilakukan perawatan *pulp capping*, tetapi pasien mengaku sejak 1 bulan yang lalu gigi tersebut terasa sakit. Pasien pernah merasakan sakit spontan 2 minggu sebelumnya, dan sakit bertambah ketika pasien mengonsumsi makanan manis dan minuman dingin. Riwayat alergi dan penyakit sistemik disangkal dan pasien menyampaikan keinginan untuk merawat giginya. Laporan kasus ini sudah mendapatkan persetujuan dari pasien untuk dipublikasikan.

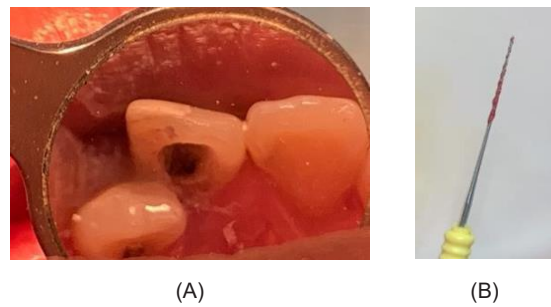
Hasil pemeriksaan ekstraoral tidak menunjukkan adanya kelainan. Pada pemeriksaan intraoral gigi 21 menunjukkan tes dingin (+), tes perkusi (+), tes palpasi (-), tes tekan (-), dan tidak terdapat kegoyangan gigi. Pemeriksaan radiografi memperlihatkan gambaran membran periodontal melebar pada 1/3 apikal dan lamina dura menebal pada 1/3 apikal (Gambar 1B). Diagnosis dari pasien ini adalah pulpitis *irreversible* simptomatik disertai periodontitis apikalis simptomatik gigi 21. Operator merencanakan perawatan saluran akar pada gigi 21.

Perawatan dimulai dengan dilakukan tindakan aseptis menggunakan povidon iodine dan anastesi infiltrasi labial dan palatal menggunakan lidokain 2% + adrenalin 1 : 80.000 masing-masing 0,5 cc. Dilanjutkan dengan preparasi *access opening* untuk mendapatkan akses menuju kamar pulpa dan saluran akar menggunakan bur *endo access* (Gambar 2A). Setelah didapatkan *straight line access*, dilakukan ekstirpasi kamar pulpa menggunakan *barbed broach* (Gambar 2B) dan diirigasi menggunakan NaOCl 2,5% dan aquades.

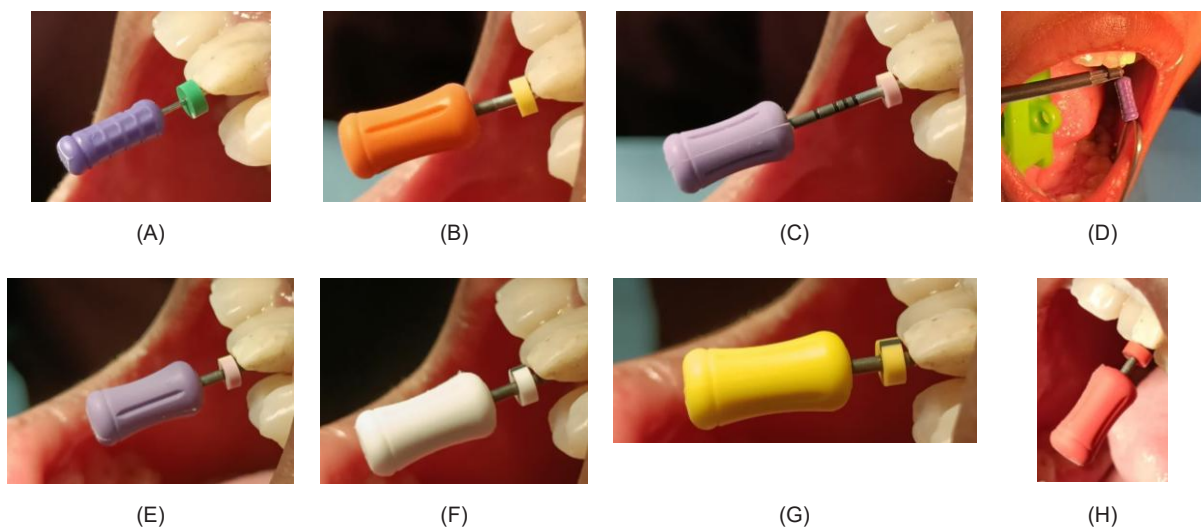
Selanjutnya dilakukan preparasi saluran akar menggunakan teknik *crown down* menggunakan protaper (Gambar 3). Tahapan pertama yaitu *coronal flaring* pada 2/3 koronal saluran akar menggunakan k-file #10, k-file #15, protaper SX, dan protaper S1. Setelah itu, dilanjutkan dengan pengukuran panjang kerja menggunakan *apex locator* dan didapatkan panjang kerja 21,5 mm. Preparasi saluran akar dilakukan sampai *shaping* dan *finishing* menggunakan protaper S1, S2, F1, dan diakhiri dengan *master apical file* (MAF) F2. Setiap pergantian instrumen, saluran akar diirigasi menggunakan NaOCl 2,5%.



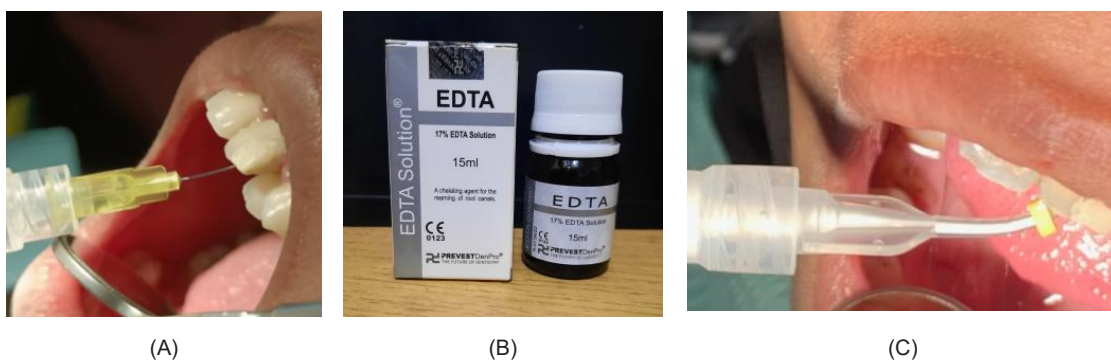
Gambar 1. (A) Kondisi klinis gigi 21 dan (B) radiograf periapikal yang menunjukkan gigi 21 dengan tumpatan pada mahkota serta lesi inflamasi pada apikal gigi



Gambar 2. Access opening (A), ekstirpasi saluran akar (B)



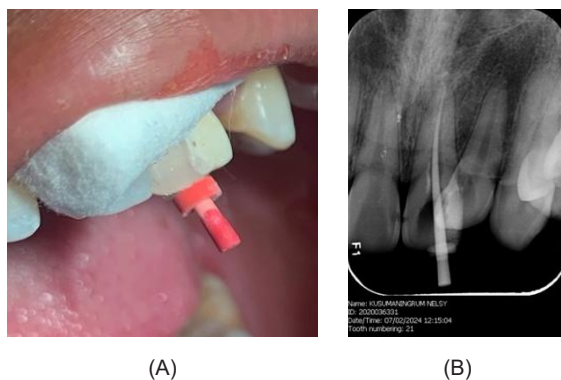
Gambar 3. Coronal flaring menggunakan (A) k-file, (B) protaper SX, (C) protaper S1. (D) Pengukuran panjang kerja menggunakan apex locator. Shaping dan finishing menggunakan (E) protaper S1, (F) S2, (G) F1, (H) F2



Gambar 4. Irigasi saluran akar (A). EDTA 17% (B). Pengisian medikamen intrakanal (C)

Irigasi dilakukan dengan menggunakan EDTA 17%, NaOCl 2,5%, dan dibilas menggunakan aquades. Saluran akar setelah itu dikeringkan menggunakan *paper point* dan diisi

dengan medikamen intrakanal Ca(OH)_2 (Gambar 4). Kavitas ditutup dengan menggunakan bahan tumpatan sementara dan pasien diinstruksikan untuk datang kembali 2 minggu kemudian.



Gambar 5. *Trial* obturasi (A) dan hasil pemeriksaan radiografis pada *trial* obturasi (B)

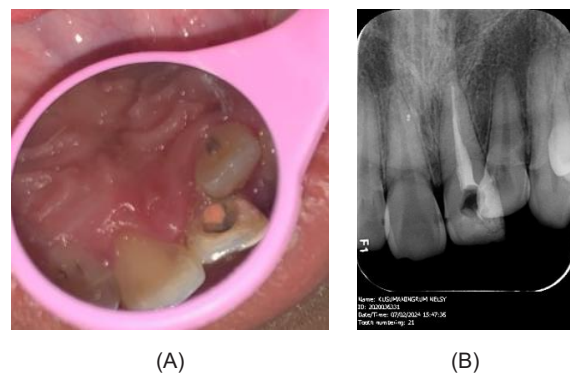
Setelah 2 minggu, pasien datang kembali untuk melanjutkan perawatan. Pasien menyampaikan tidak ada keluhan yang dirasakan pada giginya. Pemeriksaan intraoral menunjukkan hasil negatif pada tes perkusi, tekan, palpasi, dan tidak ada kegoyangan gigi. Perawatan dilanjutkan dengan pembongkaran tumpatan sementara dan pembersihan saluran akar dari bahan medikamen. Kemudian dilakukan *trial* obturasi menggunakan gutta percha *master cone* yaitu F2 sesuai dengan panjang kerja 21,5 mm (Gambar 5).

Obturasi dilakukan dengan teknik *single cone* menggunakan gutta percha F2 dan *sealer* ZnOE. Gutta percha dipotong 1-2 mm dibawah orifis menggunakan ekskavator yang telah dipanaskan dan dipadatkan menggunakan *plugger* (Gambar 6). Kavitas ditutup menggunakan tambalan sementara dan dilakukan radiografi untuk mengevaluasi hasil obturasi. Hasil radiografi menunjukkan hasil obturasi yang hermetis. Setelah itu, GIC ditempatkan pada kavitas sebagai *coronal seal* dan ditutup dengan tumpatan sementara.

Satu minggu kemudian, pasien datang kembali untuk kontrol obturasi. Pasien menyatakan tidak ada keluhan. Hasil pemeriksaan klinis, tes perkusi, tekan, palpasi, dan *mobility* dan radiografi menunjukkan tidak ada kelainan. Selanjutnya dilakukan *follow up* menggunakan restorasi komposit.

PEMBAHASAN

Tujuan dari perawatan saluran akar adalah untuk membersihkan dan menghilangkan infeksi pada



Gambar 6. Hasil obturasi (A) dan hasil pemeriksaan radiografis pada obturasi (B)

jaringan pulpa serta saluran akar. Pengisian saluran akar merupakan tahapan disinfeksi yang ditujukan untuk mencegah mikroorganisme berkembang pada perawatan saluran akar.³ Preparasi saluran akar meliputi preparasi mekanis dan kimia. Preparasi saluran akar secara mekanis dilakukan dengan menggunakan *files* atau instrumen endodontik dengan berbagai ukuran dengan tujuan untuk membentuk dan memperluas saluran akar. Preparasi kimia dilakukan dengan menggunakan berbagai macam bahan irigasi untuk membersihkan saluran akar yang sulit dijangkau dengan menggunakan instrumen endodontik.^{4,5}

Irigasi merupakan tahapan yang penting pada proses perawatan saluran akar. Tujuan irigasi adalah untuk menghilangkan debris pada saluran akar, sebagai lubrikan yang berfungsi mengurangi gaya gesek yang terjadi antara dinding dentin saluran akar dan *files* atau instrumen endodontik, meningkatkan efek antibakteri dari pembersihan dengan preparasi mekanis sebelumnya, dan melarutkan jaringan organik dan anorganik. Adaptasi bahan pengisi dengan dinding saluran akar dapat terganggu jika masih terdapat debris atau sisa jaringan pada saluran akar, sehingga irigasi penting dilakukan untuk membersihkan saluran akar. Bahan pengisi yang adaptasinya buruk dapat menyebabkan kepadatan obturasi yang tidak mencukupi, sehingga meningkatkan kemungkinan kegagalan perawatan. Berbagai irigan digunakan untuk menghilangkan sisa jaringan pulpa, debris organik,

smear layer, mikroorganisme, dan endotoksin dalam saluran akar. Bahan irigasi harus bisa mencapai apikal saluran akar untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Terdapat beberapa syarat ideal dari bahan irigasi, yaitu harus berfungsi untuk mencegah terbentuknya *smear layer*, dapat membantu debridemen, mempunyai toksisitas yang rendah, dan mempunyai sifat antimikroba. Selain itu, larutan irigasi juga harus mampu mencapai saluran akar perifer dan tidak melemahkan struktur gigi. Beberapa material yang dapat dipakai untuk irigasi diantaranya adalah NaOCl 2,5%, EDTA 17%, klorheksidin, dan akuades.⁶

Irigasi berguna untuk mendesinfeksi saluran akar serta membuang debris dan sisa jaringan. Selama proses *cleaning* dan *shaping*, pembentukan akumulasi debris dentin merupakan hal yang umum terjadi. *Smear layer* dapat terbentuk saat dilakukan preparasi saluran akar, dan dapat menutupi area dinding saluran akar. Masa organik dan anorganik yang terbentuk selama perawatan saluran akar akan semakin menyumbat saluran akar jika tidak dihilangkan. Komponen organik pada saluran akar terdiri dari hasil degradasi kolagen, jaringan pulpa, jaringan pulpa nekrotik yang mengandung bakteri dan produknya, prosesus odontoblas, sel darah, dan protein koagulasi. Adapun sebagian besar komponen anorganik tersusun oleh kalsium hidroksiapatit dan trikalsium fosfat. *Smear layer* dapat berperan sebagai penghalang fisik yang memengaruhi efisiensi *sealer* pada saluran akar. Untuk menghindari halangan fisik akibat *smear layer* tersebut, irigasi menggunakan agen pengkelat dan pelarut jaringan lunak diperlukan untuk membuang *smear layer*. Komponen organik dan anorganik dari *smear layer* tidak dapat dibuang hanya dengan menggunakan satu bahan irigasi. EDTA dengan konsentrasi 15%-17% dapat digunakan untuk menghilangkan komponen anorganik dari *smear layer*, sedangkan NaOCl dengan konsentrasi 0,5%-6,25% efektif digunakan untuk menghilangkan komponen organik.^{4,5}

Bahan EDTA pertama kali dideskripsikan oleh Ferdinand Muntz pada tahun 1935, yang

menyiapkan senyawa tersebut dari etilendiamin dan asam kloroasetat. Di bidang endodontik, agen pengkelat pertama diperkenalkan pada tahun 1957 oleh Nygaard-Østby untuk membantu proses preparasi saluran akar yang kecil dan terkalsifikasi. Saat ini, sebagian besar EDTA disintesis dari etilendiamin (1,2-diaminoetana), natrium sianida, dan formaldehida (metanal).² EDTA difungsikan sebagai bahan irigasi yang menghilangkan *smear layer*. Protein permukaan bakteri dirusak oleh EDTA melalui penggabungan dengan ion logam dari membran sel, sehingga dapat menyebabkan kematian bakteri.² Metode irigasi yang disarankan adalah pembilasan selama 1 menit dengan EDTA 17% dan pembilasan terakhir dengan NaOCl.⁷

Bahan kelasi umum digunakan pada perawatan saluran akar untuk akar yang kecil dan terkalsifikasi. EDTA merupakan bahan kelasi yang efektif untuk melarutkan bahan anorganik, termasuk hidroksiapatit. Kelasi adalah proses kimia-fisika di mana kation multivalen bereaksi terhadap ion kalsium dalam hidroksiapatit, yang menyebabkan terjadinya perubahan pada mikrostruktur dentin dan rasio kalsium fosfor pada permukaan dentin.^{8,9} EDTA bekerja dengan mengikat kalsium gigi sehingga dentin yang terkalsifikasi menjadi lebih mudah diinstrumentasi, dengan demikian maka EDTA berperan memudahkan proses pelebaran dan pembersihan saluran akar. EDTA umum digunakan pada perawatan saluran akar yang kecil dan terkalsifikasi karena kemampuannya untuk melunakkan dentin pada dinding saluran akar sehingga memudahkan akses dan instrumentasi pada saluran akar yang sempit dan buntu.⁹ Irigasi dengan EDTA 17% sebagai agen pengkelat selama instrumentasi saluran akar berpotensi menghilangkan dan/atau mencegah pembentukan *smear layer* dengan mendemineralisasi komponen anorganiknya.^{8,10}

Bahan irigasi tidak hanya berperan untuk menghilangkan *smear layer*, tetapi dapat juga bertindak sebagai pelumasan untuk instrumen perawatan saluran akar. Sifat bahan irigan memungkinkannya untuk membuat lapisan tipis di antara instrumen dan saluran akar, sehingga dapat berfungsi untuk mengurangi gaya gesek yang

disebabkan oleh gerakan instrumen. EDTA dalam bentuk pasta dapat bekerja pada matriks anorganik dentin, seperti hidroksiapatit, untuk melunakkan dinding saluran akar dan meningkatkan kemampuan pemotongan instrumen. Selain itu, zat ini juga mampu membentuk kompleks kalsium stabil yang terdapat pada *smear layer*, *mud* dentin, atau endapan kalsifikasi sepanjang dinding saluran akar. Pada jaringan terkalsifikasi, larutan EDTA dapat menyebabkan berkurangnya kekerasan mikro dentin. Oleh sebab itu, bahan ini membantu penghilangan *smear layer* pada saluran akar yang sempit dan kecil.⁴ Bahan irigasi saluran akar harus memiliki sifat pembasahan, yang meningkatkan kemampuan melarutkan jaringan. Kebasahan suatu cairan dipengaruhi oleh sudut kontak antara cairan dan bahan padat serta tegangan permukaan yang dihasilkan. Penelitian terdahulu melaporkan bahwa irigasi dengan EDTA 17% memberikan efek pembersihan yang baik pada dinding saluran akar. EDTA yang mengandung agen surfaktan dilaporkan memiliki tegangan permukaan yang rendah sehingga dapat meningkatkan kebasahannya.⁶

EDTA dapat mengkelasi Ca^{2+} sehingga dapat menghilangkan bagian anorganik dari *smear layer*, tetapi penggunaan dalam jangka panjang dapat menyebabkan erosi pada dentin secara berlebihan. EDTA 17% dapat melarutkan dentin pretibular dan membantu memperluas tubulus dentin. Studi literatur menunjukkan bahwa berbagai bahan kimia dapat mengubah sifat mikrokimia dan mekanis dentin, mengubah kekerasan mikronya yang menyebabkan perubahan proporsi asli komponen organik dan anorganik. Menurut Baldasso *et al*¹¹, larutan EDTA dengan konsentrasi 17% secara signifikan mengurangi kekerasan mikro dentin. Penetrasi *sealer* dapat terganggu jika larutan EDTA menembus dentin lebih dalam.^{3,11} Zapparoli *et al*¹² menjelaskan bahwa penurunan kekerasan mikro terjadi lebih signifikan pada penggunaan irigasi 1% NaOCl yang digunakan secara bergantian dengan 17% EDTA jika dibandingkan dengan menggunakan NaOCl saja.^{3,12} Ozdemir *et al*.¹³ mengungkapkan bahwa perawatan menggunakan larutan irigasi

EDTA dan NaOCl tidak menyebabkan perubahan struktur kimia dan ultramorfologi pada dentin muda, sedangkan penggunaan kedua larutan tersebut pada dentin tua dapat menyebabkan erosi dan demineralisasi secara berlebihan sehingga hal tersebut harus dihindari. Terlepas dari waktu perawatan, penggunaan EDTA saja pada dentin muda dan tua tidak menunjukkan hasil yang efektif untuk menghilangkan *smear layer* secara keseluruhan.^{3,13} Unnikrishnan *et al*¹⁴ pada penelitiannya juga menyimpulkan bahwa pembersihan *smear layer* pada mahkota, area tengah, dan apikal lebih efisien jika menggunakan irigasi 2,5% NaOCl yang diikuti pembilasan tahap akhir dengan 5 ml 17% EDTA selama 1 menit.^{3,14} Penggunaan EDTA 17% sebagai bahan irigan dapat berfungsi sebagai agen pengkelat yang mampu untuk melunakkan dentin dan efektif untuk menghilangkan *smear layer*.

KESIMPULAN

Irigasi merupakan salah satu tahap penting pada perawatan saluran akar. EDTA 17% merupakan salah satu bahan irigasi saluran akar yang memiliki beberapa manfaat dalam perawatan saluran akar, salah satunya adalah menghilangkan *smear layer* pada saluran akar. EDTA 17% dapat berfungsi sebagai agen pengkelat yang efektif untuk melunakkan dentin khususnya pada saluran akar yang sempit dan terkalsifikasi. Penggunaan EDTA 17% memudahkan pelebaran dan pembersihan saluran akar.

DAFTAR PUSTAKA

1. Torabinejad M, Walton RE. Endodontics: principles and practice, 5th edition. Elsevier Health Sciences; 2014.
2. Basrani B. Endodontic irrigation. Chemical Disinfection of the root canal system. Cham, Switzerland: Springer International Publishing AG; 2015.
3. Permatasari R, Safitri A. Peran EDTA sebagai bahan irigasi pada perawatan saluran akar. M-Dental Education and Research Journal. 2022; 2(2): 24-31.

4. 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. doi: 10.30659/odj.7.2.117-124
5. Elbahary S, Haj-Yahya S, Khawalid M, Tsesis I, Rosen E, Habashi W, Pokhojaev A, Sarig R. Effects of different irrigation protocols on dentin surfaces as revealed through quantitative 3D surface texture analysis. *Scientific reports*. 2020; 10(1): 22073. doi: 10.1038/s41598-020-79003-9
6. Ariani TN, Zubaidah N, Mudjiono M. The effectiveness of 2.5% NaOCl irrigation and 17% EDTA against the sealing ability of resin paste. *Conservative Dentistry Journal*. 2019; 9(2): 105-108. doi: 10.20473/cdj.v9i2.2019.105-108
7. Hançerlioğulları D, Türkyılmaz A, Erdemir A. Do variations in the concentrations of EDTA and citric acid affect the release of different growth factors from the dentin matrix?. *Turk Endod J*. 2023; 8: 43-48. doi: 10.14744/TEJ.2023.85570
8. İlkgelen D, İriboz E. Investigation of the effect of sodium hypochlorite, EDTA, propolis, boric acid and citric acid irrigation solutions on push-out bond strengths of root canal sealers. *Bezmialem Science*. 2024; 12(3): 334-341. doi: 10.14235/bas.galenos.2024.37801
9. Yudistian I. Perawatan obstruksi saluran akar menggunakan edta pada gigi paska restorasi amalgam. *Interdental Jurnal Kedokteran Gigi (IJKG)*. 2019; 15(2): 70-73. doi: 10.46862/interdental.v15i2.595
10. Zarean P, Göllner M, Zarean P, Neuhaus KW. 2D and 3D erosion landscape analysis of endodontic-treated teeth using EDTA and HEDP as chelating agents: a high-resolution micro-computed tomographic study. *Dentistry journal*. 2023; 11(12): 286. doi: 10.3390/dj11120286
11. Baldasso FE, Rotelo L, Silva VD, Morgental RD, Kopper PM. Effect of final irrigation protocols on microhardness reduction and erosion of root canal dentin. *Brazilian Oral Research*. 2017; 31: 40. doi: 10.1590/1807-3107BOR-2017.vol31.0040
12. Zapparoli D, Saquy PC, Cuz-filho AM. Effect of sodium hypochlorite and EDTA irrigation, individually and in alternation, on dentin microhardness at the furcation area of mandibular molars. *Brazilian Dental Journal*: 2012; 23(6): 654–658. doi: 10.14235/bas.galenos.2024.37801
13. Ozdemir HO, Buzoglu HD, Calt S, Cehreli ZC, Varol E, Temen A. Chemical and ultramorphologic effects of ethylenediaminetetraacetic acid and sodium hypochlorite in young and old root canal dentin. *Journal of Endodontics*. 2012; 38(2): 204–208. doi:10.1016/j.joen.2011.10.024
14. 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): S156-S163. doi: 10.4103/JPBS.JPBS_282_18