

Penggunaan *Zinc Oxide Eugenol* sebagai *Sealer* pada Perawatan Saluran Akar Gigi 11: Laporan Kasus

^KMuhammad Arib Rafi¹, Denny Nurdin²

¹Program Studi Pendidikan Profesi Dokter Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Padjadjaran

²Departemen Konservasi Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Padjadjaran

Email Penulis Korespondensi (^K): muhammad17254@mail.unpad.ac.id
(085692321056)

ABSTRAK

Pulpitis irreversible adalah sebuah kondisi yang mengindikasikan bahwa pulpa yang terinflamasi tidak dapat sembuh, sehingga memerlukan perawatan berupa perawatan saluran akar. Kesuksesan perawatan saluran akar bergantung dari proses *cleaning*, *shaping*, dan *sealing* dari saluran akar. Untuk mendapatkan *sealing* yang baik, digunakan bahan obturasi seperti *gutta-percha* dan *sealer*. Fungsi dari *sealer* adalah untuk memenuhi ruangan di antara *gutta-percha* dan dinding saluran akar. *Zinc oxide eugenol* merupakan salah satu bahan *sealer* yang paling umum digunakan karena memiliki efek antimikroba, radiopak, mudah didapatkan dan diaplikasikan, serta harga yang ekonomis. Laporan kasus ini melaporkan seorang pasien perempuan berusia 24 tahun yang datang dengan keluhan gigi depan berlubang sejak 1 tahun yang lalu. Berdasarkan hasil pemeriksaan, diagnosis pasien adalah *asymptomatic pulpitis irreversible with normal apical tissue* gigi 11. Perawatan yang dilakukan adalah perawatan saluran akar pada gigi 11. Hasil perawatan menunjukkan bahwa *zinc oxide eugenol* dapat menjadi *sealer* yang baik dan tidak menimbulkan kelainan pada jaringan periapikal.

Kata kunci: Perawatan saluran akar; *sealer*; *zinc oxide eugenol*

Use Of Zinc Oxide Eugenol As A Sealer In Root Canal Treatment: A Case Report

ABSTRACT

Irreversible pulpitis is a condition that indicates that the inflamed pulp cannot heal, so it requires treatment in the form of root canal treatment. The success of root canal treatment depends on the process of cleaning, shaping and sealing the root canal. To obtain a good seal, obturation materials such as gutta-percha and sealer are used. The function of the sealer is to fill the space between the gutta-percha and the root canal wall. Zinc oxide eugenol is one of the most commonly used sealer materials because it has antimicrobial effects, is radiopaque, easy to obtain and apply, and is economical. This case report reports a 24 year old female patient who came with complaints of cavities in her front teeth since 1 year ago. Based on the examination results, the patient's diagnosis was irreversible asymptomatic pulpitis with normal apical tissue of tooth 11. The treatment carried out was root canal treatment on tooth 11. The results of the treatment showed that zinc oxide eugenol could be a good sealer and did not cause abnormalities in the periapical tissue.

Keywords: Root canal treatment; sealer; zinc oxide eugenol

PENDAHULUAN

Karies adalah penyakit infeksius kronis yang terjadi pada jaringan keras gigi. Karies gigi dan komplikasinya dapat mengganggu kualitas hidup seseorang. (Cheng et al., 2022; Van Chuyen et al., 2021) Jika terus berlanjut, karies dapat menyebabkan pulpitis, yaitu inflamasi yang terjadi pada pulpa. Pulpitis dapat dibagi menjadi 2, pulpitis reversible dan pulpitis irreversible. Pulpitis reversible adalah diagnosis klinis yang mengindikasikan bahwa inflamasi pada pulpa

© Poltekkes Kemenkes Makassar
<https://ojs3.poltekkes-mks.ac.id/index.php/medgigi/index>
Email: mediagigi@poltekkes-mks.ac.id

dapat hilang dan jaringan menjadi normal jika faktor pencetus dihilangkan, sementara pulpitis irreversible adalah diagnosis klinis yang mengindikasikan bahwa pulpa yang terinflamasi tidak dapat sembuh. (Donnermeyer et al., 2023) Prevalensi pulpitis irreversibel secara global bervariasi dari 30% hingga 80% dari populasi. (León-López et al., 2022) Data dari Dinas Kesehatan Kota

Bandung menunjukkan bahwa pulpitis irreversibel sebagai salah satu dari 21 penyakit terbesar di Kota Bandung pada tahun 2020, sebesar 1,08% dari total populasi Kota Bandung. (Dinas Kesehatan Kota Bandung, 2020)

Perawatan pulpitis bergantung dari keparahan infeksi bakteri yang sudah terjadi. Pada kasus pulpitis reversible, dilakukan perawatan untuk menjaga vitalitas pulpa, sementara pada kasus pulpitis irreversible dilakukan perawatan yang lebih kompleks berupa perawatan saluran akar. (Donnermeyer et al., 2023) Kesuksesan perawatan saluran akar bergantung dari *cleaning*, *shaping*, dan *sealing* dari saluran akar. Untuk mendapatkan *sealing* yang baik, digunakan *sealer* saluran akar dengan aktivitas antimikroba. Fungsi utama dari *sealer* adalah mengisi ruangan antara dentin dan *gutta-percha* sebagai bahan obturasi.

Saat ini *sealer* yang dianggap sebagai *gold standard* adalah *sealer epoxy resin*, karena memiliki stabilitas dimensional yang lebih baik serta *microleakage* yang lebih kecil. (Vo et al., 2022)(Lim et al., 2020) Dalam 5 tahun terakhir di Indonesia, sebagian besar laporan kasus menggunakan *sealer epoxy resin* dalam perawatan saluran akarnya. Walaupun *sealer zinc-oxide eugenol* (ZNOE) bukan *gold standard* tetapi *sealer ini* yang paling umum digunakan, *Sealer ZNOE* adalah yang paling lama dan paling sering digunakan. (Lee et al., 2021) *Sealer* ini memiliki sifat analgesik, adhesi yang baik dengan dinding saluran akar, mudah dimanipulasi dan bersifat radiopak. (Mahendra et al., 2022). Berdasarkan hal tersebut pada laporan kasus ini akan membahas mengenai penggunaan *sealer zinc-oxide eugenol* pada perawatan saluran akar pada gigi 11.

METODE

Jenis studi ini adalah studi deskriptif berupa laporan kasus, dengan tujuan untuk membahas mengenai permasalahan satu kasus pasien. Tempat penelitian adalah di Poliklinik

P-ISSN 2087-0051, E-ISSN 2622-7061
Konservasi Gigi, Rumah Sakit Gigi dan Mulut (RSGM), Universitas Padjadjaran. Waktu penelitian adalah Desember 2023 – Februari 2024. Alat yang digunakan adalah 1 set alat dasar dan *ProTaper for Hand Use*. Bahan yang digunakan adalah larutan irigasi NaOH 2,5%, EDTA 17%, aquades, Ca(OH)₂ (Calcipex), *gutta percha ProTaper*, dan bahan *sealer* saluran akar ZNOE (Endoseal).

HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

Kunjungan 1

Seorang pasien perempuan berusia 25 tahun datang dengan keluhan gigi depan atas berlubang sejak 1 tahun yang lalu. Pasien mengeluhkan adanya riwayat sakit. Awalnya gigi tersebut patah sedikit demi sedikit, kemudian timbul warna kehitaman di bagian yang berlubang. Pasien belum pernah memeriksakan kondisi giginya sebelumnya. Pasien memiliki Riwayat hipertensi dan rutin menggunakan amlodipine 5 mg setiap harinya. Pasien ingin giginya diperiksa dan dirawat.

Pemeriksaan objektif yang dilakukan berupa pemeriksaan kondisi umum, ekstra oral dan intra oral. Kondisi umum pasien dalam keadaan baik. Tidak ditemukan kelainan pada pemeriksaan ekstral oral. Pada pemeriksaan intraoral, ditemukan karies profunda pada bagian mesial gigi 11 (Gambar 1a, b). Pemeriksaan pulpa dengan tes dingin yang dilakukan pada gigi 11 menunjukkan hasil positif. Pemeriksaan perkusi, palpasi dan tekan diperoleh hasil negatif. Tidak terdapat mobility pada gigi 11. Hasil pemeriksaan radiografi menunjukkan bahwa terdapat gambaran radiolusen dari enamel hingga kamar pulpa, dan tidak terdapat kelainan pada jaringan periapikal (Gambar 2). Berdasarkan anamnesis dan hasil pemeriksaan yang dilakukan, pasien didiagnosis *asymptomatic irreversible pulpitis with normal apical tissue* pada gigi 11. Rencana perawatan adalah perawatan saluran akar (PSA) pada gigi 11.

Gambar 1. Gambaran klinis pada kunjungan 1
a) tampak labial; b) tampak palatal



Gambar 2. Gambaran radiografi gigi 11



Langkah pertama yang dilakukan adalah isolasi daerah kerja dengan menggunakan *rubber dam* (Gambar 3a). Setelah itu, dilakukan *caries removal* dengan menggunakan *round carbide bur* dan *excavator* hingga seluruh jaringan karies dan enamel yang tidak terdukung dentin telah terambil (Gambar 3b). Setelah itu, dilakukan preparasi *access opening* agar mendapatkan *straight line access* dan mengambil atap kamar pulpa (Gambar 3c),

P-ISSN 2087-0051, E-ISSN 2622-7061 dan dilanjutkan dengan ekstirpasi jaringan pulpa dengan menggunakan *barbed broach* (Gambar 3d). Setelah seluruh jaringan pulpa terambil, dilakukan irigasi pada saluran akar dengan menggunakan NaOCl 2,5% dan aquades, dan dilakukan pengeringan saluran akar. Selanjutnya akan dilakukan proses *rewalling*. Tahap pertama adalah prosedur etsa dengan asam fosforik 37% selama 20 detik (Gambar 3e), dibilas dengan air, dilakukan pengeringan hingga lembab, dilanjutkan dengan mengaplikasikan *bonding agent* dengan *microbrush* (Gambar 3f), kemudian diratakan dan dilakukan *curing* selama 20 detik. Teknik *canal projection* dilakukan dengan menggunakan *gutta percha* agar mempermudah visualisasi dan tetap mendapatkan *straight line access* selama proses *rewalling* (Gambar 3g). Aplikasi komposit shade A3 dilakukan pada bagian mesial dengan bantuan *mylar matrix*, dan dilakukan *curing* 20 detik. Setelah dinding mesial terbentuk, dilanjutkan pengaplikasian komposit hingga bagian insisal dan dilakukan *curing* 20 detik. Hasil *rewalling* dihaluskan dengan bur *superfine* (Gambar 3h), dan diaplikasikan *eugenol* serta tambalan sementara untuk menutup kavitas (Gambar 3i).

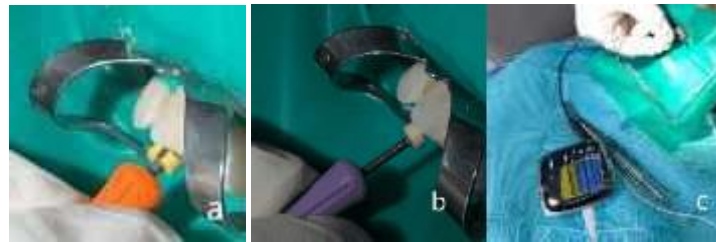
Gambar 3. Prosedur *caries removal* dan *rewalling*, a) isolasi *rubber dam*, b) *caries removal*, c) *access opening*, d) hasil ekstirpasi pulpa, e) aplikasi bahan etsa, f) aplikasi *bonding agent*, g) teknik *canal projection*, h) *rewalling*, i) tampak akhir setelah aplikasi *eugenol* dan tambalan sementara.



Prosedur *cleaning and shaping* saluran akar akan dilakukan dengan teknik *crowd down* dan memakai *ProTaper hand use*. Tahap pertama adalah dilakukan preparasi dengan SX dan S1 sepanjang 16 mm atau 2/3 koronal saluran akar (Gambar 4a dan b). Selanjutnya dilakukan pengukuran panjang kerja dengan *apex locator* dan didapatkan panjang kerja yaitu 23,5 mm (Gambar 4c). Preparasi dilanjutkan dengan S1, S2, F1, F2, dan F3 sesuai dengan panjang kerja (23,5 mm) (Gambar 5a – e). Setiap pergantian alat dilakukan irigasi dengan NaOCl 2,5% dan aquades. Pada irigasi terakhir

P-ISSN 2087-0051, E-ISSN 2622-7061 dilakukan dengan NaOCl 2,5%, EDTA 17% dan aquades (Gambar 5 f). Kemudian saluran akar dikeringkan dengan *paper point* steril. Tahapan selanjutnya adalah aplikasi Ca(OH)_2 sebagai medikamen saluran akar. Ca(OH)_2 diaplikasikan 2 mm lebih rendah dari panjang kerja untuk mencegah ekstrusi ke periapikal (Gambar 5g). Kemudian kavitas ditutup dengan tambalan sementara (Gambar 5h).

Gambar 4. Penggunaan *ProTaper* a) SX, b) S1 sepanjang 2/3 koronal saluran akar (16 mm), dan c) pengukuran panjang kerja dengan *apex locator*.



Gambar 5. Prosedur *cleaning and shaping* dengan teknik *crowd down*. a) Preparasi saluran akar dengan S1 (23,5 mm), b) S2 (23,5 mm), c) F1 (23,5 mm), d) F2 (23,5 mm), dan e) F3 (23,5 mm). f) Dilakukan irigasi saluran akar di setiap pergantian file. g) Aplikasi Ca(OH)_2 . h) Aplikasi tambalan sementara.



minggu, pasien mengaku tidak ada keluhan. Pemeriksaan perkusi dan palpasi menunjukkan hasil negatif. *Gutta percha* F3 dimasukkan sesuai panjang kerja (23,5 mm) dengan stopper pada insisal hingga *gutta percha* terasa fit. (Gambar 6). Hasil foto radiografi menunjukkan bahwa *gutta percha* telah mengisi saluran akar dengan baik hingga foramen apikal (Gambar 7).

Gambar 6. *Gutta percha* dimasukkan sesuai panjang kerja dengan rubber stop di titik referensi insisal

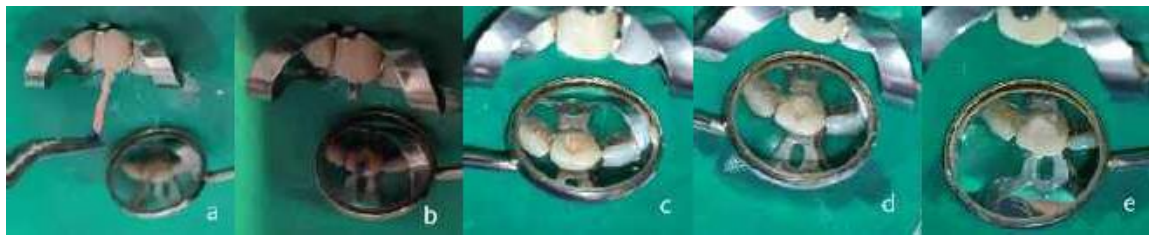


Gambar 7. Hasil foto radiografi *trial* obturasi



single cone dan *sealer zinc oxide eugenol* (Endoseal). Sebelum dilakukan obturasi, permukaan saluran akar dilapisi dengan *sealer* dengan menggunakan *gutta percha* dan melakukan gerakan *pumping* (Gambar 8a). Kemudian *gutta percha* yang dilapisi *sealer* dimasukkan kedalam saluran akar sesuai panjang kerja (Gambar 8b). Selanjutnya dilakukan pemotongan *gutta percha* hingga 1 mm lebih apikal dari orifis dengan *plugger* yang dipanaskan (Gambar 8c), dan dilakukan *coronal seal* dengan *glass ionomer cement* dan tambalan sementara (Gambar 8d dan 8e). Kemudian diambil foto radiografi untuk melihat hasil obturasi. Hasil obturasi menunjukkan saluran akar telah tertutup sempurna dengan bahan pengisi saluran akar hingga foramen apikal (Gambar 9).

Gambar 8. a) *Gutta percha* sesuai dengan panjang kerja, dilumuri dengan *sealer* dan dilakukan *pumping* pada saluran akar. b) *Gutta percha* yang telah dilumuri *sealer* dimasukkan ke saluran akar sesuai panjang kerja dengan *rubber stop* pada titik referensi, dan c) dilakukan pemotongan 1 mm lebih apikal dari orifis dengan *plugger* yang dipanaskan. Diaplikasikan d) GIC dan e) tambalan sementara



Gambar 9. Foto radiografi hasil obturasi



Kunjungan 3

Pada kunjungan ke 3 untuk kontrol pasca obturasi, 1 minggu setelah kunjungan ke 2, pasien tidak mengeluhkan adanya rasa sakit selama 1 minggu terakhir. Pemeriksaan, perkusi dan palpasi menunjukkan hasil negatif. Gambaran klinis tidak terlihat kelainan. Dilakukan kembali foto radiografi periapikal untuk melihat kondisi gigi dan jaringan periapikal. Berdasarkan hasil foto radiografi, tidak terlihat adanya kelainan pada hasil obturasi dan jaringan periapikal (Gambar 10). Selanjutnya pasien akan dirujuk untuk dilakukan perawatan pasca endodontik berupa pembuatan pasak dan mahkota *all ceramic* pada gigi 11. Pasien juga diberi edukasi untuk menjaga kebersihan dan kesehatan gigi dan mulut.

Gambar 10. Foto radiografi pada pertemuan kontrol obturasi



PEMBAHASAN

Pulpitis irreversible adalah sebuah diagnosis dimana diindikasikan bahwa pulpa yang terinflamasi tidak dapat sembuh, sehingga memerlukan perawatan yang lebih kompleks berupa perawatan saluran akar. (Donnermeyer et al., 2023) Kesuksesan PSA bergantung dari *cleaning*, *shaping*, dan *sealing* saluran akar. Karena sulitnya menghilangkan mikroba sepenuhnya dari saluran akar, maka dibutuhkan bahan *sealer* yang memiliki aktivitas antimikroba yang baik. (Lee et al., 2021) *Sealer* saluran akar memiliki fungsi untuk mengisi ruang di antara *gutta-percha* dan dinding saluran akar, serta area lain yang tidak dapat dijangkau oleh *gutta-percha*. (Mahendra et al., 2022) *Sealer* yang ideal memiliki karakteristik: bakteriostatik, radiopak,

P-ISSN 2087-0051, E-ISSN 2622-7061 tidak mengalami *shrinkage*, memiliki adhesi yang baik dengan dinding saluran akar, tidak dapat larut dalam cairan tubuh, dan tidak mengiritasi jaringan periradikuler. Terdapat beberapa bahan *sealer*, seperti *zinc oxide eugenol*, *mineral trioxide aggregate* (MTA), *epoxy resin*, *calcium hydroxide*, *silicone*, dan *glass ionomer* dengan *setting* yang berbeda-beda. Walaupun terdapat berbagai bentuk, penelitian masih dilakukan untuk menemukan *sealer* yang paling baik. (Özdemir & Kopac, 2022) Namun, sampai saat ini tidak ada *sealer* yang ideal. (Sukatn et al., 2021)

Sealer zinc oxide eugenol (ZNOE) telah banyak digunakan karena memiliki sifat antimikroba, analgesik, radiopasitas, harga yang ekonomis, mudah didapatkan, dan mudah diaplikasikan, namun memiliki *setting time* yang rendah, solubilitas yang tinggi, dapat mengakibatkan perubahan warna pada gigi dan mengalami *shrinkage* setelah *setting*. (Alakkad et al., 2023; Kelmendi et al., 2022; Sukatn et al., 2021) ZNOE terdiri dari bubuk *zinc oxide* (ZnO) dan cairan *eugenol*. Zn dapat membentuk spesies oksigen reaktif dan menghambat enzim bakteri, sementara senyawa oksida dapat merusak dinding sel bakteri dan meningkatkan permeabilitas molekul ke sitoplasma. *Eugenol*, sebuah minyak esensial yang didapatkan dari cengkeh, memiliki efek antioksidan dan antimikroba. (Lee et al., 2021) Ketika dicampurkan dan diaplikasikan pada saluran akar, ZnO dan *eugenol* membentuk gel. Bubuk ZnO yang tersisa dalam gel akan membentuk matrix yang kokoh. (Komabayashi et al., 2020) Beberapa *sealer* ZNOE mengandung perak dalam komponen bubuknya, sehingga dapat mengakibatkan warna kegelapan pada gigi. (Komabayashi et al., 2020) Terdapat variasi ZNOE yang telah dikenalkan, seperti ZNOE yang mengandung paraformaldehida, namun tidak berhasil karena formaldehida mengakibatkan nekrosis koagulasi, dan mengganggu perbaikan dari daerah yang terkena, dan toksik terhadap jaringan periradikuler. (Komabayashi et al., 2020) Beberapa *sealer* ZNOE juga ditambahkan bahan

terapeutik, seperti *calcium hydroxide* dan *hydroxyapatite*, namun tidak dilaporkan bahwa terdapat efek terapeutik dari penambahan bahan tersebut. (Komabayashi et al., 2020)

Sealer ZNOE memiliki efek antimicrobial yang lebih baik terhadap *Streptococcus mutans*, *Staphylococcus aureus*, dan *Enterococcus faecalis* dibandingkan dengan *sealer epoxy resin*, namun menunjukkan *microleakage* lebih banyak dibandingkan *sealer* lain. (Komabayashi et al., 2020; Singh et al., 2022) *Microleakage* ini dapat disebabkan karena *ZNOE* mengalami *shrinkage* setelah *setting* sebesar 0,3% - 1%. (Rathi et al., 2020) Penelitian oleh Mendes et al. menunjukkan bahwa *sealer ZNOE* mengakibatkan rasa sakit pasca perawatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan *sealer bioceramic* dan *epoxy resin*. (Teixeira Mendes et al., 2023) Hal ini mungkin terjadi karena *ZNOE* menunjukkan sitotoksitas yang lebih tinggi terhadap pulpa dan merangsang produksi sel inflamasi dibandingkan dengan *sealer MTA*, dimana sitotoksitas ini mungkin diakibatkan oleh *eugenol*. (Lee et al., 2021; Sharma et al., 2020) Namun, penelitian oleh Ujjan et al. menunjukkan hasil lain dimana *sealer ZNOE* efektif untuk mencegah sakit pasca perawatan. (Ujjan et al., 2021) Guo et al. mengatakan bahwa *sealer ZNOE* menunjukkan efek antiinflamasi dengan menurunkan produksi IL-6, IL-10, dan TNF- α . (Jindong Guo, 2023).

Pada laporan kasus ini, tidak dilakukan pemeriksaan lebih lanjut dikarenakan keterbatasan waktu studi dan sulitnya menghadirkan kembali pasien ke klinik, sehingga tidak diketahui apakah terdapat *post-operative pain* setelah perawatan saluran akar atau keluhan lainnya. Penelitian ini juga tidak meneliti secara lengkap mengenai *sealing ability* dan efek antimikroba dari *ZNOE*. Hal inilah yang menjadi keterbatasan dalam penelitian ini.

KESIMPULAN DAN SARAN

mendapatkan *sealing* saluran akar yang baik, serta untuk mendapatkan efek antimikroba. *Sealer* berfungsi untuk mengisi ruangan di antara *gutta-percha* sebagai bahan pengisi saluran akar dengan dinding saluran akar. Sampai saat ini, tidak ada *sealer* yang memenuhi seluruh kriteria ideal. Perawatan saluran akar dengan bahan *sealer zinc oxide eugenol* pada laporan kasus ini menunjukkan hasil obturasi yang baik, hermetis, radiopak, serta tidak menimbulkan kelainan pada jaringan periapikal. Penting bagi dokter gigi untuk mengetahui karakteristik serta keuntungan dan kerugian masing-masing bahan *sealer* agar dapat menentukan *sealer* yang tepat untuk digunakan pada setiap kasus. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai efektivitas *zinc oxide eugenol* sebagai bahan *sealer* untuk perawatan saluran akar.

DAFTAR PUSTAKA

- Alakkad, T., Burhan, R., Alsebyani, E., Almohaimel, M., Alnabet, N., Aljepreel, M., Alghamdi, S., Alazmi, A., Alkhaldi, S., Leslom, M., & Alajmi, K. (2023). A Comprehensive Review of the Sealing Abilities of Various Root Canal Sealers. *Journal of Healthcare Sciences*, 3(12), 653–659. <https://doi.org/10.52533/johs.2023.31214>
- Cheng, L., Zhang, L., Yue, L., Ling, J., Fan, M., Yang, D., Huang, Z., Niu, Y., Liu, J., Zhao, J., Li, Y., Guo, B., Chen, Z., & Zhou, X. (2022). Expert consensus on dental caries management. *International Journal of Oral Science*, 14(1). <https://doi.org/10.1038/s41368-022-00167-3>
- Dinas Kesehatan Kota Bandung. (2020). *Profil Kesehatan Kota Bandung*. <https://dinkes.bandung.go.id/wp-content/uploads/2021/08/Versi-4-Profil-Kesehatan-Kota-Bandung-Tahun-2020.pdf>
- Donnermeyer, D., Dammaschke, T., Lipski, M., & Schäfer, E. (2023). Effectiveness of diagnosing pulpitis: A systematic review. *International Endodontic Journal*, 56(S3), 296–325. <https://doi.org/10.1111/iej.13762>
- Jindong Guo, O. A. P. and S. H. (2023). Immunomodulatory Effects of Endodontic Sealers :
- Kelmendi, T., Koçani, F., Kurti, A., Kamberi, B., & Kamberi, A. (2022). Comparison of Sealing Abilities Among Zinc Oxide Eugenol Root-Canal Filling Cement, Antibacterial

Bioceramic Paste, and Epoxy Resin, using Enterococcus faecalis as a Microbial Tracer. *Medical Science Monitor Basic Research*, 28, e936319. <https://doi.org/10.12659/MSMBR.936319>

Komabayashi, T., Colmenar, D., Cvach, N., Bhat, A., Primus, C., & Imai, Y. (2020). Comprehensive review of current endodontic sealers. *Dental Materials Journal*, 39(5), 703–720. <https://doi.org/10.4012/dmj.2019-288>

Lee, S.-E., Cho, J.-W., Yoo, H.-J., Lee, M.-G., Jeon, Y.-M., Kim, D.-H., & Park, H.-W. (2021). A Study

Comparing the Characteristics of Zinc Oxide Eugenol-Based and Mineral Trioxide Aggregate-Based Root Canal Sealers. *International Journal of Clinical Preventive Dentistry*, 17(3), 117–127. <https://doi.org/10.15236/ijcpd.2021.17.3.117>

León-López, M., Cabanillas-Balsera, D., Martín-González, J., Montero-Miralles, P., Saúco-Márquez, J. J., & Segura-Egea, J. J. (2022). Prevalence of root canal treatment worldwide: A systematic review and meta-analysis. *International Endodontic Journal*, 55(11), 1105–1127. <https://doi.org/10.1111/iej.13822>

Lim, M., Jung, C., Shin, D.-H., Cho, Y., & Song, M. (2020). Calcium silicate-based root canal sealers: a literature review. *Restorative Dentistry & Endodontics*, 45(3), 1–17. <https://doi.org/10.5395/rde.2020.45.e35>

Mahendra, D. A., Nindita, Y., Wibowo, G. W., & Fortuna, G. (2022). Comparison of apical sealing ability between bioceramic and zinc oxide eugenol-based sealer during root canal treatment, in vitro. *Majalah Kedokteran Gigi Indonesia*, 7(2), 95. <https://doi.org/10.22146/maikedgind.62212>

Özdemir, O., & Kopac, T. (2022). Cytotoxicity and biocompatibility of root canal sealers: A review on recent studies. *Journal of Applied Biomaterials and Functional Materials*, 20. <https://doi.org/10.1177/22808000221076325>

Rathi, C. H., Chandak, M., Nikhade, P., Mankar, N., Chandak, M., Khatod, S., Motwani, N., & Jaiswal, A. (2020). Functions of Root Canal

P-ISSN 2087-0051, E-ISSN 2622-7061
Sealers- A Review. *Journal of Evolution of Medical and Dental Sciences*, 9(17), 1454–1458.

<https://doi.org/10.14260/jemds/2020/317>

Sharma, D., Worlikar, N., Shah, K., & Sharma, Y. (2020). Recent Advancements in Root Canal Sealers - An Overview. *J Adv Med Dent Sci Res*, 8(1), 184–186. <https://doi.org/10.21276/jamdsr>

Singh, V., Agrawal, N., Das, M. L., Dangol, A., Jain, N., & Dahal, M. (2022). Comparative evaluation of sealing ability of Zinc Oxide Eugenol and AH Plus sealers in laterally condensed gutta percha: A dye leakage study. *Journal of Nepalese Association of Pediatric Dentistry*, 3(2), 10–14. <https://doi.org/10.3126/jnapd.v3i2.57605>

Sukaton, S., Mooduto, L., & Andani, S. (2021). Effectiveness of Sealer Combination Zinc Oxide (ZnO) with Red Pine (*Pinus densiflora*) on Viscosity and Solubility (Laboratory Experimental). *Conservative Dentistry Journal*, 11(1), 6. <https://doi.org/10.20473/cdj.v11i1.2021.6-10>

Teixeira Mendes, A., Weissheimer, T., Tietz, L., Barcelos Só, B., Barcelos Só, G., Abreu da Rosa, R., & Reis Só, M. V. (2023). Postoperative pain incidence and intensity following root canal obturation with bioceramic and other sealers: A systematic review with meta-analysis. *Journal of Research in Dentistry*, 11(2), 32–51. <https://doi.org/10.59306/jrd.v11i2.20202332-51>

Ujjan, S., Khuwaja, S. H., Manzoor, F., Khayyam, U., Maqbool, A. L. I., & Kumar, M. (2021). Assessment of the Post-Operative Pain by Using Zinc Oxide Eugenol Based Root Canal Sealer A Clinical Study. 15(4), 1140–1142.

Van Chuyen, N., Van Du, V., Van Ba, N., Long, D. D., & Son, H. A. (2021). The prevalence of dental caries and associated factors among secondary school children in rural highland Vietnam. *BMC Oral Health*, 21(1), 1–7. <https://doi.org/10.1186/s12903-021-01704-y>

Vo, K., Daniel, J., Ahn, C., Primus, C., & Komabayashi, T. (2022). Coronal and apical leakage among five endodontic sealers. *Journal of Oral Science*, 64(1), 95–98. <https://doi.org/10.2334/josnurd.21-0433>