

ARTIKEL PENELITIAN

Penggunaan indeks periapikal dalam menilai penyembuhan abses periapikal setelah perawatan saluran akar

Safitri Syifarani¹
Hendra Dian Adhita^{1*}
Suhardjo Suhardjo²

ABSTRAK

Pendahuluan: Penyembuhan abses periapikal dapat dilakukan dengan perawatan saluran akar untuk menghilangkan jaringan nekrotik dan sumber peradangan. Evaluasi penyembuhan yang tidak akurat mungkin saja terjadi contohnya ketika pasien yang sudah dinyatakan sembuh secara klinis ternyata belum dinyatakan sembuh secara gambaran histologi. Indeks periapikal atau *Periapical Index* (PAI) merupakan sistem skor untuk mengevaluasi penyembuhan lesi periapikal secara radiografi. Indeks ini terbukti dapat diandalkan karena telah tervalidasi secara histologis. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penyembuhan abses periapikal setelah perawatan saluran akar berdasarkan indeks periapikal. **Metode:** Jenis penelitian analitik observatif dengan pendekatan cross sectional. Sampel yang digunakan berupa gambaran 24 gigi dari 20 arsip foto radiograf periapikal konvensional pada Instalasi PPDGS Konservasi Gigi RSGM Unpad Bandung periode April 2017 - November 2018. Indeks periapikal (PAI) digunakan untuk mengevaluasi penyembuhan pada foto radiograf diagnosis dan kontrol. Uji kalibrasi dilakukan oleh peneliti lalu diperiksa ulang oleh endodontis menghasilkan nilai Cohen kappa=1 (*perfect agreement*). **Hasil:** Perbandingan antara penyembuhan abses periapikal sebelum dan setelah perawatan saluran akar memperlihatkan hasil yang sangat bermakna secara statistik dengan uji Wilcoxon *matched pairs* dimana nilai p-value < 0,05. Nilai *p-value* yang diperoleh yaitu 0,001 yang memiliki arti perawatan saluran akar memberikan dampak positif terhadap gigi dengan abses periapikal. **Simpulan:** Terdapat perbedaan penyembuhan abses periapikal sebelum dan setelah perawatan saluran akar, perawatan saluran akar memberikan penyembuhan terhadap abses periapikal.

¹Departemen Konservasi Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Padjadjaran, Bandung, Indonesia
²Departemen Radiologi, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Padjadjaran, Bandung, Indonesia

*Korespondensi
adhita@fkg.unpad.ac.id

Submisi: 4 Juli 2022;
Revisi : 12 November 2022 - 14 Februari 2023;
Penerimaan: 27 Februari 2023;
Publikasi Online: 27 Februari 2023;
DOI: [10.24198/pjdrs.v6i2.40476](https://doi.org/10.24198/pjdrs.v6i2.40476)

KATA KUNCI

perawatan saluran akar; indeks periapikal; abses periapikal

Evaluation of periapical abscess healing after root canal treatment based on periapical index

ABSTRACT

Introduction: A periapical abscess can be healed through root canal treatment to remove necrotic tissue and sources of inflammation. Inaccurate evaluation of the healing may occur, for example, when a patient who has been declared cured clinically has not been declared cured histologically. The periapical index (PAI) is a scoring system to evaluate the healing of periapical lesions radiographically. This index has proven to be reliable because it has been validated histologically. This study aims to determine how to evaluate periapical abscess healing after root canal treatment based on the periapical index. **Methods:** This study used an observational analytic method with a cross-sectional approach. Samples of 24 teeth images were obtained from 20 archives of conventional periapical radiographs at the Dental Conservation Clinic, RSGM Unpad Bandung during the period of April 2017 - November 2018. The periapical index (PAI) was used to evaluate healing on the radiographs of diagnostic and control photos. The calibration test was conducted by the researcher and then re-examined by the endodontist, producing a value of Cohen kappa = 1 (perfect agreement). **Results:** The comparison of periapical abscess healing before and after root canal treatment showed highly statistically significant results with the Wilcoxon matched pairs test, where the p-value < 0.05. The p-value obtained was 0.000000181, which means that root canal treatment has a positive impact on teeth with periapical abscesses. **Conclusion:** Root canal treatment provides healing for periapical abscesses.

KEY WORDS

endodontics, periapical index, periapical abscess

PENDAHULUAN

Abses periapikal merupakan kumpulan nanah yang terlokalisasi di daerah periapikal gigi yang diakibatkan oleh inflamasi pulpa yang dibiarkan tanpa perawatan.¹ Utami dkk melaporkan bahwa abses periapikal menduduki proporsi terbanyak sebesar 77,78% dari kasus penyakit periapikal pada Instalasi Radiologi Kedokteran Gigi RSGM Unpad.² Prevalensi abses periapikal yang tinggi menandakan sebagian besar masyarakat membiarkan karies atau trauma pada giginya tanpa perawatan sehingga proses inflamasi pada gigi berlanjut menjadi nekrosis pulpa.^{2,3} Pulpa yang nekrotik jika dibiarkan tanpa perawatan akan mengeluarkan metabolit toksik menuju apeks akar sehingga memicu reaksi inflamasi pada ligamen periodontal dan jaringan periapikal. Ketika peradangan sampai pada tahap akut dan menghasilkan nanah maka telah terbentuk abses periapikal.^{4,5}

Perawatan gigi standar untuk abses periapikal meliputi perawatan saluran akar dengan tujuan menghilangkan jaringan nekrotik dan sumber peradangan.^{4,6} Evaluasi penyembuhan perawatan endodontik pada jaringan periapikal akan lebih akurat ketika dilakukan secara histopatologi dan imunopatologi. Metode ini bagaimanapun juga tidak dapat dilakukan pada pasien karena harus dilakukan secara *in vitro* dan bersifat invasif. Metode evaluasi yang kini umum digunakan dinilai berdasarkan pemeriksaan klinis dan pemeriksaan penunjang berupa foto radiografi pada saat pasien datang untuk kontrol perawatan.⁷

Pemeriksaan secara klinis bersifat subjektif karena didasarkan pada ada tidaknya respon rasa sakit pasien. Hasil yang tidak akurat pada evaluasi penyembuhan endodontik secara klinis mungkin saja terjadi.⁸ Hal ini terjadi pada penelitian Soerono dkk ketika pasien sudah dinyatakan sembuh secara klinis ternyata gambaran histologi belum menyatakan sembuh sehingga diperlukan pemeriksaan penunjang lain yang lebih objektif.⁷

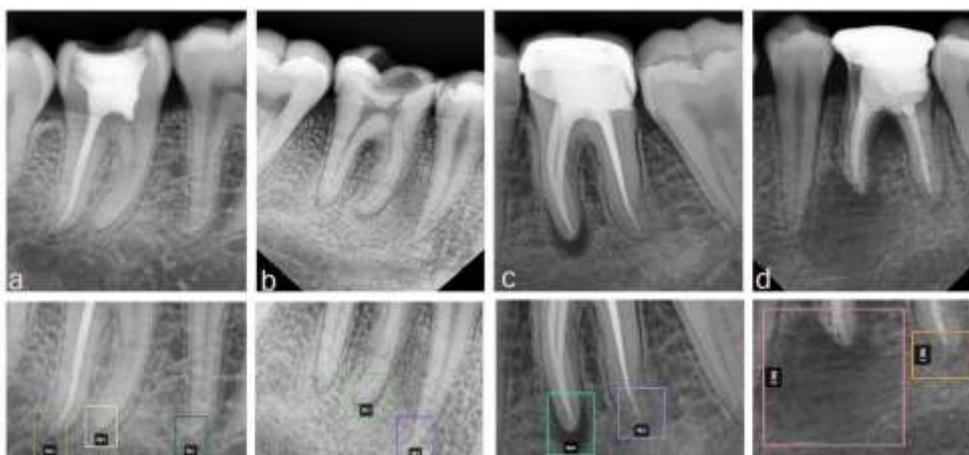
Penyembuhan jaringan periapikal pada foto radiografi ditandai dengan pengurangan luas lesi dan peningkatan densitas jaringan.⁹ Tanda-tanda penyembuhan tanpa kriteria yang pasti akan menyebabkan evaluasi penyembuhan yang bersifat subjektif dan berasumsi lesi dianggap sembuh. Penelitian sebelumnya telah menganalisis penurunan ukuran lesi dan peningkatan densitas berdasarkan foto radiografi periapikal pada gigi dengan lesi periapikal yang dilakukan perawatan endodontik.^{9,10} Penelitian tersebut tidak menetapkan kondisi suatu lesi periapikal sudah dapat dinyatakan sembuh.

Indeks periapikal atau *Periapical Index* (PAI) yang dikemukakan oleh Orstavik *et al.*¹¹ merupakan sistem skor yang digunakan untuk mengevaluasi penyembuhan jaringan periapikal secara radiografi. Indeks ini terbukti dapat diandalkan karena telah divalidasi melalui diagnosis histologis.¹¹ Indeks ini sudah mengalami dikotomisasi untuk mengategorikan gigi yang sudah sehat dan masih sakit.^{11,12} Penggunaan indeks ini diharapkan dapat memudahkan dokter gigi untuk mengevaluasi penyembuhan jaringan periapikal secara visual dengan validitas tinggi.^{11,12} Berdasarkan uraian diatas penulis tertarik untuk mengetahui bagaimana penilaian penyembuhan abses periapikal setelah perawatan saluran akar berdasarkan indeks periapikal.

METODE

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian analitik observatif dengan pendekatan cross sectional. Populasi pada penelitian ini yaitu foto radiografi intraoral periapikal konvensional pada Instalasi PPDGS Konservasi Gigi RSGM Unpad Bandung. Teknik pemilihan sampel dilakukan dengan metode purposive sampling. Kriteria inklusi pada penelitian ini adalah foto radiografi pasien dengan usia 12 - 65 tahun, foto radiograf periapikal konvensional periode April 2017 – November 2018, radiograf periapikal dengan kualitas baik meliputi kontras baik; objek lengkap; ketajaman baik; detail baik; tidak ada distorsi pada foto, gambaran lesi radiolusen di periapikal dengan diagnosis abses periapikal diperoleh dari data rekam medis, radiograf dari perawatan saluran akar pada tahap diagnosis; pengisian; dan kontrol, gigi yang dirawat saluran akar diisi secara hermetis, dan penentuan waktu kontrol perawatan tidak dibatasi sehingga digunakan waktu kontrol obturasi terakhir. Kriteria eksklusi pada penelitian ini meliputi radiograf yang mengalami superimposed, pasien dengan kelainan sistemik dan pasien dengan kelainan periodontal. Kondisi medis pasien diperoleh berdasarkan data rekam medis yang terlampir.

Diperoleh sampel penelitian yang memenuhi kriteria berupa gambaran 24 gigi dari 20 arsip foto radiograf periapikal konvensional, dengan masing masing terdiri dari foto radiograf diagnosis, pengisian, dan kontrol. Penyembuhan abses periapikal di evaluasi menggunakan indeks periapikal (PAI) yang dikemukakan oleh Orstavik, *et al.*¹¹ yaitu dengan memberikan skor pada foto radiograf diagnosis dan kontrol yang memperlihatkan perubahan lesi sebelum dan setelah perawatan saluran akar. Indeks periapikal terdiri dari lima kategori skor yang meliputi: (1) struktur periapikal normal; (2) perubahan kecil pada tulang periapikal atau struktur tulang; (3) perubahan struktur tulang periapikal dengan hilangnya mineral; (4) demineralisasi tulang periapikal di dalam area radiolusen yang terdefinisi dengan baik (well defined); (5) demineralisasi tulang periapikal dengan eksaserbasi dan perluasan struktur tulang.¹¹ Kelima kategori skor tersebut dilakukan dikotomisasi menjadi sehat untuk skor PAI 1 dan 2 sedangkan untuk skor PAI 3, 4 dan 5 dinyatakan sakit.¹³ Uji kalibrasi dilakukan oleh peneliti dan diperiksa ulang oleh Endodontis menghasilkan nilai Cohen kappa = 1 (perfect agreement). Penelitian dilakukan di RSGM Unpad Bandung selama bulan April – Juni 2022. Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan uji statistik Wilcoxon matched pairs untuk menguji perbedaan indeks periapikal pada gigi dengan abses periapikal sebelum dan setelah dilakukan perawatan saluran akar.¹⁴ Penelitian ini telah memenuhi persetujuan Komisi Etik Penelitian Universitas Padjadjaran dengan nomor 190/UN6.KEP/EC/2022 dan RSGM Unpad dengan nomor 573/UN6.RSGM/TU.00/2022.



Gambar 1. Penggunaan indeks periapikal; (a) memperlihatkan skor PAI 1 pada akar mesial molar kedua dan akar distal molar pertama serta skor PAI 2 pada akar distal molar kedua; (b) Skor PAI 3 pada akar mesial molar pertama dan skor PAI 1 pada akar premolar kedua; (c) Skor PAI 4 pada akar mesial molar pertama dan skor PAI 2 pada akar distal molar pertama; (d) Skor PAI 5 pada akar mesial molar pertama dan skor PAI 1 pada akar distal molar pertama.

HASIL

Tabel 1. Karakteristik sampel berdasarkan jenis kelamin, usia dan jenis gigi

Jenis Kelamin	Jumlah	Persentase (%)
Pria	7	35,00
Wanita	13	65,00
Total	20	100
Usia	Jumlah	Persentase (%)
Remaja (12-25)	11	55,00
Dewasa (26-45)	8	40,00
Lansia (46-65)	1	5,00
Total	20	100
Gigi	Jumlah	Persentase (%)
Anterior	18	75,00
Posterior (Molar)	6	25,00
Total	24	100

Tabel 1. menunjukkan karakteristik sampel berdasarkan jenis kelamin, usia dan jenis gigi. Sampel terdiri dari 7 orang pria dan 13 orang wanita. Berdasarkan usia diperoleh 11 orang usia remaja dengan rentang 12-25 tahun, 8 orang usia dewasa dengan rentang 26-45 tahun, dan 1 orang lansia dengan rentang 46-65 tahun. Sebanyak 18 gigi merupakan gigi anterior dan sebanyak 6 gigi merupakan gigi posterior. Durasi perawatan dari foto radiograf diagnosis hingga foto radiograf kontrol obturasi terakhir diperoleh 37 hingga 316 hari dengan rerata lama perawatan 139 hari.

Tabel 2. Distribusi skor periapikal indeks sebelum dan setelah perawatan saluran akar

	Skor setelah perawatan					Total
	1*	2*	3**	4**	5**	
Skor sebelum perawatan						
1*						
2*						
3**	3	3				6
4**	1	1	1			3
5**	1	7	7			15
Total	5	11	8			

Tabel 2. memperlihatkan gigi dengan abses periapikal sebelum dirawat saluran akar yang didominasi skor PAI 5 sebanyak 15 gigi, skor PAI 4 sebanyak 3 gigi dan skor PAI 3 sebanyak 6 gigi. Enam belas gigi setelah perawatan saluran akar dinyatakan sehat dengan mendapat skor PAI 1 sebanyak 5 gigi dan skor PAI 2 sebanyak 11 gigi, dan 8 gigi lainnya memperlihatkan penyembuhan dengan mendapat skor PAI 3 namun belum bisa dinyatakan sehat.

Tabel 3. Hasil uji *Wilcoxon matched pairs*

n	sum of ranks	average	
24	852	35,5	sebelum
24	324	13,5	setelah
48	1176		total
588,000		<i>expected value</i>	
46,811		<i>standard deviation</i>	
5,629		<i>Z corrected for ties with continuity correction</i>	
0,000000181		<i>p-value (two-tailed)</i>	

Tabel 3. merupakan hasil dari uji Wilcoxon *matched pairs*, nilai rerata *rank (average)* untuk sebelum perawatan saluran akar adalah 35,5 dan nilai setelah perawatan saluran akar menjadi 13,5. Perubahan nilai ini bersifat sangat bermakna secara statistik dengan uji Wilcoxon *matched pairs* dimana nilai *p-value* <0,05. Nilai *p* yang diperoleh yaitu 0,001 yang memiliki arti perawatan saluran akar memberikan dampak positif terhadap gigi dengan abses periapikal.

PEMBAHASAN

Pembentukan lesi periapikal diawali oleh infeksi pada pulpa yang dapat disebabkan oleh karies ataupun trauma.⁴ Seiring berjalannya waktu, pulpa yang mengalami inflamasi akan terus bertambah parah hingga akhirnya mati atau dikenal sebagai nekrosis pulpa.⁷ Pulpa nekrotik jika dibiarkan tanpa perawatan akan mengakibatkan metabolit toksik keluar menuju apeks akar sehingga memicu reaksi inflamasi pada ligamen periodontal yang lebih lanjut menyebar pada jaringan periapikal.^{4,7} Secara histologis, hal ini ditandai dengan infiltrat inflamasi yang mengandung limfosit dan neutrofil polimorfonuklear.⁴ Tahap peradangan akut, abses periapikal terbentuk dengan ditandai adanya nanah hasil dari berkumpulnya neutrofil.⁴

Terbentuknya lesi periapikal akan mengaktifkan sitokin TNF- β dan IL-1 β untuk menginduksi resorpsi tulang osteoklastik pada jaringan periapikal.¹⁵ Tulang yang teresorpsi memberikan gambaran radiolusen pada foto radiograf.⁴ Abses periapikal dapat memperlihatkan berbagai gambaran dalam foto radiograf mulai dari hilangnya lamina dura, pelebaran ligamen periodontal, dan area radiolusen berbentuk bulat atau ovoid dengan batas tidak jelas atau difus pada bagian apeks.^{4,16}

Setelah dilakukan perawatan saluran akar, mikroorganisme dan eksudat akan tereliminasi sehingga secara bertahap terjadi pengurangan produksi TNF- β dan IL-1 β .¹⁵ Selain itu, potensi osteogenik akan muncul melalui tulang disekitar lesi yang kaya akan sel *osteoprogenitor*.¹⁵ *Macrophage cell lines* menghasilkan sinyal osteoinduktif yang mensekresikan *Bone morphogenetic protein (BMP)* – 2.17,18 BMP-2 merangsang sel *osteoprogenitor* sehingga mengalami proliferasi dan diferensiasi menjadi osteoblas.¹⁹

Osteoblas mensekresikan matriks tulang untuk memperbaharui matriks tulang yang telah teresorpsi, sedangkan sementum dan dentin yang teresorpsi akan digantikan oleh sementum seluler. Jaringan terakhir yang dikembalikan ke struktur normal adalah ligamen periodontal, perbaikan ini dilakukan oleh sel fibroblast dimana sel tersebut akan meregenerasi jaringan ikat fibrosa yang merupakan penyusun dari ligamen periodontal.^{15,20} Bagian di sekitar apeks akar akan memperlihatkan penyembuhan dengan adanya aposisi jaringan termineralisasi.⁹ Hal ini menyebabkan pematangan jaringan yang meningkatkan penyerapan foton sinar-X sehingga pada foto radiograf memperlihatkan gambaran radioopak.⁹

Parameter kesembuhan jaringan periapikal pada foto radiograf memperlihatkan pengurangan luas lesi dan adanya peningkatan densitas jaringan.⁹ Perbaikan dapat dilihat setelah tiga bulan perawatan dan sebagian besar gigi yang akan sembuh menunjukkan tanda-tanda penyembuhan setelah perawatan satu tahun.^{13,21} Perawatan saluran akar gigi dengan diagnosis nekrosis pulpa tanpa adanya lesi periapikal yang dilakukan dengan standar baik dapat meningkatkan keberhasilan perawatan sampai mencapai angka 90%.²² Pada kasus nekrosis pulpa dengan lesi periapikal tingkat keberhasilan perawatan dapat menurun menjadi 75-80%.²³

Skor PAI 1 dan 2 merupakan gigi yang sudah dinyatakan sehat sedangkan skor PAI 3, 4, dan 5 merupakan gigi yang masih dinyatakan sakit. Semua kasus dalam penelitian ini merupakan arsip yang perawatannya sudah selesai sehingga sudah dianggap sembuh. Berdasarkan hasil evaluasi dengan indeks periapikal seperti pada Tabel 2 memperlihatkan bahwa dalam semua kasus terjadi penurunan skor, walaupun belum tentu menandakan gigi tersebut sudah terbebas dari abses periapikal. Penelitian ini mayoritas skor setelah perawatan adalah skor PAI 2 dan 3. Hal ini sesuai dengan penelitian Orstavik *et al.*¹¹ yang menyatakan gigi yang telah dirawat saluran akar menghabiskan waktu yang lama pada tahap perantara yaitu pada skor PAI 2 dan 3.

Perawatan saluran akar dalam penelitian ini sudah dianggap memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi sehingga sudah minimumkan kesalahan operator. Pemilihan sampel juga tidak mengikutsertakan pasien dengan gangguan sistemik sehingga meminimumkan gangguan dari pengaruh penyembuhan dari dalam diri pasien. Hasil evaluasi dari 24 gigi didapatkan 16 gigi (66,67%) sudah sembuh dengan mendapat skor PAI 1 sebanyak 5 gigi dan skor PAI 2 sebanyak 11 gigi, sedangkan 8 gigi (33,33%) masih dikategorikan sakit karena mendapat skor PAI 3.

Sebanyak 8 kasus yang dinyatakan sakit, 1 gigi berasal dari skor PAI 4 dan 7 gigi merupakan hasil dari skor PAI 5. Skor PAI 5 merupakan kategori lesi yang paling parah sehingga membutuhkan waktu lebih lama untuk dinyatakan sembuh. Pada penelitian Kirkevang *et al.*¹³ gigi yang mendapat skor PAI 3 dalam 5 tahun kemudian akan memiliki peluang 33% untuk menjadi skor PAI 1 atau 2, berpeluang 57% menjadi skor PAI 3, 4 atau 5, serta berpeluang sebesar 10% untuk risiko ekstraksi.

Berdasarkan hasil uji Wilcoxon *matched pairs* pada Tabel 3 memperlihatkan perubahan nilai ini bersifat sangat bermakna secara statistik dimana nilai *p-value* < 0,05. Nilai *p-value* yang diperoleh yaitu 0,000000181 yang memiliki arti perawatan saluran akar memberikan dampak positif terhadap gigi dengan abses periapikal. Hal ini sesuai dengan penelitian Rueda, *et al.*²⁴ bahwa perawatan saluran akar terbukti sangat berhasil dalam mengurangi dan menjamin pemulihan jaringan periradikular.

Penelitian tersebut menunjukkan peningkatan penyembuhan pada seluruh kasus dalam waktu kurang dari dua tahun (rerata 618 hari).²⁴ Evaluasi penyembuhan lesi berdasarkan indeks periapikal dinyatakan valid karena dalam penelitian Orstavik telah teruji secara histologi.¹³

Penelitian ini memiliki sejumlah keterbatasan diantaranya yaitu kurangnya standarisasi dalam menentukan prosedur pembersihan dan pembentukan saluran akar, bahan irigasi, dan teknik serta bahan obturasi karena perawatan saluran akar dilakukan oleh profesional yang berbeda. Variabel tersebut dapat memengaruhi hasil perawatan.

Evaluasi dan pengamatan yang lebih baik bisa didapatkan melalui penggunaan foto radiograf periapikal digital dan menetapkan standarisasi perawatan saluran akar agar memperlihatkan hasil perawatan yang lebih efektif. Diharapkan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan indeks periapikal dapat dilakukan untuk mengetahui waktu kontrol yang efektif pada penyembuhan abses periapikal setelah perawatan saluran akar.

SIMPULAN

Terdapat perbedaan penyembuhan abses periapikal sebelum dan setelah perawatan saluran akar, dimana perawatan saluran akar memberikan penyembuhan terhadap abses periapikal.

Kontribusi Penulis: Semua penulis telah membaca dan menyetujui versi naskah yang diterbitkan.

Pendanaan: Penelitian ini tidak mendapatkan dana dari pihak siapapun (mandiri).

Persetujuan Etik: Penelitian ini telah mendapatkan izin penelitian dan ethical clearance dari Komisi Etik Penelitian Universitas Padjadjaran dengan nomor 190/UN6.KEP/EC/2022.

Pernyataan Persetujuan (Informed Consent Statement): Data yang digunakan pada penelitian ini telah memenuhi persetujuan Komisi Etik Penelitian Universitas Padjadjaran dengan nomor 190/UN6.KEP/EC/2022 dan mendapat izin dari RSGM Unpad dengan nomor 573/UN6.RSGM/TU.00/2022.

Pernyataan Ketersediaan Data: Ketersediaan data penelitian akan diberikan seijin semua peneliti melalui email korespondensi dengan memperhatikan etika dalam penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

1. Torabinejad M, Walton RE, Fouad AF. Endodontics Principles and Practice. 5th ed. Vol. 15, American Speech. 2015. 48–65 p.
2. Utami ID, Pramanik F, Epsilawati L. Proporsi gambaran radiografis lesi periapikal gigi nekrosis pada radiograf periapikal. *Padj J Dent Res Students*. 2019; 3(1): 66–8. DOI: [10.24198/pjdrs.v3i1.22306](https://doi.org/10.24198/pjdrs.v3i1.22306)
3. Kartinawanti AT, Asy'ari AK. PENYAKIT PULPA DAN PERAWATAN SALURAN AKAR SATU KALI KUNJUNGAN. *JIKG (Jurnal Ilmu Ked Gigi)*. 2021; 4(2): 64–72. DOI: [10.23917/jiika.v4i2.15872](https://doi.org/10.23917/jiika.v4i2.15872)
4. White SC, Pharoah MJ. Oral Radiology Principles and Interpretation. 7th ed. 2014. 314–318 p.
5. Gbadebo SO, Akinyamolu AO, Sulaiman AO. Periapical pathology: comparison of clinical diagnosis and histopathological findings. *J West African Coll Surg*. 2014; 4(3): 74.
6. Permatasari R, Alifuddin MD. Potensi regenerasi jaringan pulpa gigi pada perawatan endodontik. *M-Dental Educ Res J*. 2021; 1(2): 98–110.
7. Rukmo M. Perkembangan Metode Penilaian Kesembuhan Penyakit Periapikal Setelah Perawatan Endodontik. *Proceeding Kongr IKORGI ke IX dan Semin Ilm Nas Recent Adv Conserv Dent*. 2011; 3–14.
8. Ismail PMS, Apoorva K, Manasa N, Krishna RR, Bhowmick S, Jain S. Clinical, radiographic, and histological findings of chronic inflammatory periapical lesions—A clinical study. *J Fam Med Prim Care*. 2020; 9(1): 235. DOI: [10.4103/ifmpc.ifmpc.715_19](https://doi.org/10.4103/ifmpc.ifmpc.715_19)
9. Fitriandari BQ, Pramanik F, Adang RAF. Proses penyembuhan lesi periapikal pada radiografi periapikal menggunakan Software Image J. *Padjadjaran J Dent Res Students*. 2018; 2(2): 116–22. DOI: [10.24198/pjdrs.v3i1.21436](https://doi.org/10.24198/pjdrs.v3i1.21436)
10. Sumantri DDS, Firman RN, Azhari A. Analisis radiograf periapikal menggunakan software imageJ pada abses periapikal setelah perawatan endodontik. *Maj Kedokt Gigi Indones*. 2017; 3(1): 33. DOI: [10.22146/maikedaiind.10468](https://doi.org/10.22146/maikedaiind.10468)
11. Ørstavik D, Kerekes K, Eriksen HM. The periapical index: A scoring system for radiographic assessment of apical periodontitis. *Dent Traumatol*. 1986; 2(1): 20–34. DOI: [10.1111/i.1600-9657.1986.tb00119.x](https://doi.org/10.1111/i.1600-9657.1986.tb00119.x)
12. Moidu NP, Sharma S, Chawla A, Kumar V, Logani A. Deep learning for categorization of endodontic lesion based on radiographic periapical index scoring system. *Clin Oral Investig*. 2021; (313): 4–5. DOI: [10.1007/s00784-021-04043-y](https://doi.org/10.1007/s00784-021-04043-y)
13. Kirkevang LL, Ørstavik D, Wenzel A, Væth M. Prognostic value of the full-scale Periapical Index. *Int Endod J*. 2015; 48(11): 518–25. DOI: [10.1111/iej.12402](https://doi.org/10.1111/iej.12402)
14. Sugiyono D. Metode penelitian pendidikan pendekatan kuantitatif, kualitatif dan R&D. 2013; 23–42.
15. Widy W, Muryani A. Perawatan endodontik non bedah pada gigi molar pertama rahang bawah kiri nekrosis pulpa dengan lesi periapikal. *J Kedokt Gigi Univ Padjadjaran*. 2020; 32(2): 35–6. DOI: [10.24198/ikg.v32i2.18035](https://doi.org/10.24198/ikg.v32i2.18035)
16. Jochebed R, Raj JD. Periapical healing after root canal treatment. *International J Recent Adv Multidiscip Res [Internet]*. 2016; 03(08): 1724–6.
17. Yao H, Guo J, Zhu W, Su Y, Tong W, Zheng L, et al. Controlled release of bone morphogenetic protein-2 augments the coupling of angiogenesis and osteogenesis for accelerating mandibular defect repair. *Pharmaceutics*. 2022; 14(11): 2397. DOI: [10.3390/pharmaceutics14112397](https://doi.org/10.3390/pharmaceutics14112397)
18. Wang S, Jiang H, Zheng C, Gu M, Zheng X. Secretion of BMP-2 by tumor-associated macrophages (TAM) promotes microcalcifications in breast cancer. *BMC Cancer*. 2022; 22(1): 1–9. DOI: [10.1186/s12885-021-09150-3](https://doi.org/10.1186/s12885-021-09150-3)
19. Indah D, Fibryanto E, Istanto L. Bone regeneration on chronic apical abscess after root canal treatment on left mandibular first molar: A case report. *Sci Dent J*. 2019; 3(3): 103. DOI: [10.4103/SDJ.SDJ_17_19](https://doi.org/10.4103/SDJ.SDJ_17_19)

-
20. Sánchez-Torres A, Sánchez-Garcés MÁ, Gay-Escoda C. Materials and prognostic factors of bone regeneration in periapical surgery: A systematic review. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2014; 19(4): e419. DOI: [10.4317/medoral.19453](https://doi.org/10.4317/medoral.19453)
 21. Fonseka M, Jayasinghe R, Abeysekara W, Wettasinghe K. Evaluation of the Radiographic Quality of Roots Filling, Performed By Undergraduates in the Faculty of Dental Sciences , University of Peradeniya, Sri Lanka. *Int J Res Med Heal Sci*. 2013; 1(3): 12–6.
 22. Aryanto M. Perawatan Saluran Akar Non Bedah pada Gigi Anterior dengan Lesi Periapikal yang Meluas (Laporan Kasus). *J Ilm dan Teknol Kedokt Gigi*. 2018; 14(1): 18. DOI: [10.32509/jitekoi.v14i1.639](https://doi.org/10.32509/jitekoi.v14i1.639)
 23. Gillen BM, Looney SW, Gu LS, Loushine BA, Weller RN, Loushine RJ, et al. Impact of the quality of coronal restoration versus the quality of root canal fillings on success of root canal treatment: A systematic review and meta-analysis. *J Endod* [Internet]. 2011; 37(7): 895. DOI: [10.1016/j.ioen.2011.04.002](https://doi.org/10.1016/j.ioen.2011.04.002)
 24. Rueda-Ibarra V, Jiménez-Valdés BI, García-García HE, Velázquez-Enríquez U, Lucas-Rincón SE, López-Gomez SA, et al. Using the Periapical Index to evaluate the healing of periapical lesions after root canal treatment. *G Ital Endod*. 2020; 34(2): 53–9. DOI: [10.32067/GIE.2020.34.02.01](https://doi.org/10.32067/GIE.2020.34.02.01)