

## Minimally invasive caries detection with fiber optic transillumination

Deteksi karies minimal invasif dengan *fiber optic transillumination*

<sup>1</sup>Putu Maya Rizkita Putri, <sup>2</sup>Nurhayaty Natsir

Department of Dental Conservative, Faculty of Dentistry, Hasanuddin University

Makassar, Indonesia

Corresponding author, e-mail: [Nurhayati\\_natsir@yahoo.co.id](mailto:Nurhayati_natsir@yahoo.co.id)

### ABSTRACT

Failure to detect caries early affects the effectiveness of preventive care by dentists. Early detection of caries helps dentists prepare and determine the appropriate and accurate type of treatment based on caries risk, lesion severity, surface integrity and caries activity, in relation to the need for or absence of treatment without instrumentation on non-cavity lesions. Successful early detection of caries helps dentists prevent and restore teeth before more extensive damage occurs. Caries is one of the dental and oral health problems that needs attention. The process of caries begins with the formation of white spot lesions, which, if treated quickly, will prevent extensive damage to the tooth structure, so early detection of caries is necessary to determine the location and extent of caries. Fibre optic transillumination is a minimally invasive method that can be used to detect caries through light transmission without invasive instruments to determine the treatment plan. It is concluded that the effectiveness of caries prevention treatment can be achieved through early detection of caries. Fibre optic transillumination is a minimally invasive method for detecting caries through light transmission.

**Keywords:** caries, caries detection, fibre optic transillumination, minimally invasive, light transmission

### ABSTRAK

Kegagalan pendeteksian awal karies berpengaruh pada efektivitas perawatan pencegahan oleh dokter gigi. Deteksi awal karies membantu dokter gigi menyiapkan dan memperhitungkan jenis perawatan yang tepat juga akurat didasarkan pada risiko karies, keparahan lesi, integritas permukaan dan aktivitas karies, berhubungan dengan perlu atau tidaknya perawatan tanpa instrumentasi pada lesi non-kavitas. Berhasilnya pendeteksian karies lebih awal membantu dokter gigi mencegah dan mengembalikan kondisi gigi sebelum terjadi kerusakan yang lebih luas. Karies merupakan salah satu masalah kesehatan gigi dan mulut yang perlu mendapat perhatian. Proses terjadinya karies diawali dengan terbentuknya lesi *white spot*, yang jika ditangani dengan cepat akan mencegah kerusakan struktur gigi yang luas sehingga deteksi awal karies diperlukan untuk mengetahui letak dan perluasan karies. *Fiber optic transillumination* merupakan metode minimal invasif yang dapat digunakan untuk mendeteksi karies melalui transmisi cahaya tanpa adanya tindakan invasif instrumen untuk menentukan rencana perawatannya. Disimpulkan bahwa efektivitas perawatan pencegahan karies dapat dicapai dengan dilakukannya deteksi awal karies. *Fiber optic transillumination* merupakan salah satu metode minimal invasif untuk mendeteksi karies melalui transmisi cahaya.

**Kata kunci:** karies, deteksi karies, *fiber optic transillumination*, minimal invasif, transmisi cahaya

Received: 10 January 2025

Accepted: 5 October 2026

Published: 1 April 2026

### PENDAHULUAN

Karies merupakan penyakit bersifat progresif akibat adanya plak, biofilm, dan fermentasi karbohidrat menjadi asam oleh aktivitas bakteri. Kondisi asam menyebabkan terjadinya demineralisasi komponen organik maupun anorganik gigi yang ditandai dengan adanya *white spot* yang terbentuk pada permukaan gigi. Terdapat dua jenis lesi *white spot* yang dapat dijumpai, yaitu lesi aktif dan lesi tidak aktif (*arrested lesion*). Lesi *white spot* yang aktif biasanya terdapat pada permukaan gigi dekat *margin gingiva* dan tertutupi plak serta berpotensi menjadi karies kavitas, seringkali tidak tampak jelas pada beberapa bagian gigi, sehingga terabaikan dan terlewatkan begitu saja.<sup>1-4,22,24,26</sup>

Kegagalan mendeteksi lesi karies (risiko karies, keparahan lesi, integritas permukaan dan aktivitas karies) berpengaruh terhadap efektivitas dan keakuratan perawatan. Keberhasilan pendeteksian karies lebih awal membantu dokter gigi mencegah dan mengembalikan kondisi gigi sebelum terjadi kerusakan yang lebih luas, dan kondisi gigi dapat pulih tanpa perlu intervensi instrumentasi dalam penanganannya.<sup>4,6-8,22,24-26</sup> Artikel ini mengkaji deteksi karies minimal invasif dengan *fiber optic transillumination*.

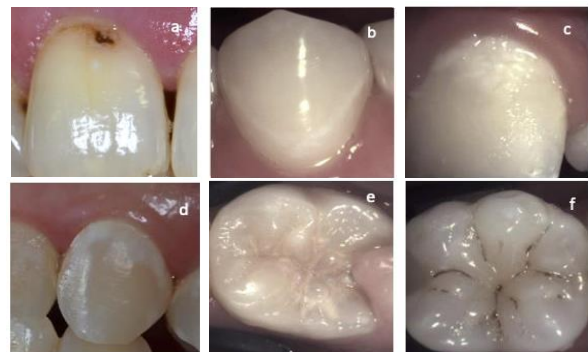
### TINJAUAN PUSTAKA

#### Deteksi lesi awal karies

Deteksi lesi merupakan bentuk kepedulian seorang dokter gigi terhadap keputusan klinis yang akan diambil, berkaitan dengan kondisi jaringan sehat atau karies, dan karakter lesi aktif atau *arrested*. Deteksi lesi merupakan satu dari tiga aspek penting penentuan diagnosis, yaitu 1) deteksi lesi, metode yang digunakan untuk menentukan ada atau tidaknya lesi, 2) penilaian lesi, memantau dan menilai lesi yang terdeteksi apakah aktif ataukah *arrested* serta status penularannya, 3) diagnosis karies, merupakan simpulan yang dibuat berdasarkan hasil yang diperoleh dari dua aspek sebelumnya. Ketiga aspek ini merupakan kunci definitif dalam perencanaan perawatan.<sup>8-10,22,29</sup>

#### Minimal invasive dentistry

*Minimal invasive dentistry* atau *minimal intervention dentistry*



**Gambar 1** Contoh lesi-lesi aktif dan tidak aktif pada permukaan vestibular dan oklusal; **a** kavitas pada lesi email, garis yang sehat berdekatan dengan garis gingiva dan jumlah plak di permukaan sedikit, **b** lesi yang belum menjadi kavitas di permukaan vestibular, permukaan halus, mengkilap dan bersih; email yang sehat memisahkan lesi dari gingiva, **c,d** lesi aktif dan lesi tidak aktif, terlihat plak yang menutup lesi pada gambar, **e,f** lesi aktif dan lesi tidak aktif pada oklusal gigi<sup>7</sup> (Sumber: Abdelaziz M. Detection, diagnosis, and monitoring of early caries. The Future of Individualized Dental Care 2023;13:3649. doi: <https://doi.org/10.3390/diagnostics13243649>)

(MID) merupakan sebuah pendekatan bersifat *holistic*, dengan memberikan perhatian kepada jaringan gigi serta kenyamanan pasien terhadap perawatan yang diberikan untuk memperoleh kesehatan gigi dan mulut jangka panjang.<sup>11,19,20,22</sup>

MID berfokus pada pencegahan, rencana perawatan, serta pengelolaan kebutuhan pasien dengan terdiri atas empat tahap pengelolaan, yaitu identifikasi atau deteksi, pencegahan, pemulihan dan kunjungan balik yang memberikan kesempatan pada dokter gigi untuk dapat mengetahui etiologi-prevalensi karies setiap pasien, menilai luas kerusakan untuk mencegah dan merawat didasarkan pada indikator risiko, faktor risiko dan faktor perlindungan demi mengurangi kebutuhan intervensi instrumentasi.<sup>11,19,20,22,25</sup>

#### Metode-metode deteksi lesi karies

Metode yang paling sering digunakan oleh dokter gigi dalam me-

lakukan deteksi lesi karies adalah metode konvensional *visual-tactile* yang dilakukan dengan mengamati area yang berbentuk kavitas berwarna hitam dan putih kapur di permukaan gigi, menggunakan *dental probe* untuk memastikan lokasi lesi, area dentin yang hipersensitif dan pulpa yang terekspos. Namun, metode ini tidak lagi disarankan penggunaannya sebab dianggap dapat menyebabkan kerusakan struktur gigi yang masih mungkin mengalami remineralisasi.<sup>5,13,14,21-25</sup>

Selain *visual-tactile*, terdapat beberapa metode yang dapat digunakan dalam deteksi dan diagnosis lesi karies, yaitu 1) metode khusus; radiografi masih menjadi *golden standard*, dan yang paling sering digunakan adalah radiografi periapikal dan *bitewing*, tes dingin-panas, pemeriksaan dengan *dental floss*, dan preparasi kavitas, 2) metode teknologi baru yang mengandalkan cahaya tampak; *fiber optic transillumination* (FOTI), *electrical impedance technology*, *ultrasonic technique*, *elastomeric separating modulus technique*, *staining technique* dan *quantitative laser fluorescence technique*.<sup>5,13,14,21-23,25,26</sup>

### Fiber optic transillumination

FOTI merupakan sebuah teknik sederhana non invasif dan non radiasi yang digunakan untuk mendeteksi karies pada permukaan gigi dengan menggunakan sistem *fibertransillumination*. Dengan berbagai spektrum cahaya intensitas tinggi, fokus cahaya dipersempit untuk dapat berpenetrasi ke dalam struktur gigi dengan berbagai kepadatan.<sup>4,5,14,23</sup>

Didasarkan pada prinsip indeks transiluminasi cahaya, FOTI memanfaatkan penyebaran cahaya putih bergelombang cahaya 400-700 nm saat berpenetrasi ke dalam struktur gigi dan akan menghasilkan sebuah bayangan gelap pada daerah yang mengalami kerusakan. Hal ini disebabkan oleh rendahnya indeks penyerapan cahaya pada jaringan yang mengalami kerusakan bila dibandingkan dengan jaringan normal. FOTI mampu memisahkan lesi awal enamel dan lesi awal dentin dengan menunjukkan perbedaan yang sangat jelas; pada lesi email, cahaya akan tampak abu-abu opak sedangkan pada dentin akan tampak oranye kecoklatan atau kebiruan. Penampakan cahaya yang dihasilkan ini sangat membantu saat digunakan untuk menilai kedalaman dan membedakan jenis lesi yang ada.<sup>15-18,23-25</sup>

### Keuntungan menggunakan FOTI dan prosedur penggunaannya

Penggunaan FOTI sangat mudah dan dapat diaplikasikan pada berbagai situasi dan kondisi gigi terutama digunakan untuk mendeteksi karies pada daerah interproksimal. Menggunakan ujung FOTI berukuran 3 cm atau  $\leq 3$  cm untuk semua gigi agar meningkatkan fokus dari sinar, sehingga tampak perubahan juga akan terlihat dengan jelas. Ruang perlu berada dalam kondisi minim cahaya, gigi yang akan dilakukan deteksi harus berada dalam kondisi kering dan bersih dari plak mulai dari permukaan koronal sampai interproksimal, isolasi daerah kerja dari saliva juga harus diperhatikan.<sup>15,21,29</sup>

Keuntungan penggunaan FOTI dalam mendeteksi karies, yaitu 1) dapat digunakan pada semua permukaan gigi (oklusal *pit* dan  *fissure*, proksimal/approksimal, permukaan halus bukal dan lingual, serta karies akar, 2) dapat mendeteksi berbagai jenis lesi, baik *primary* ataupun *secondary* pada koronal ataupun akar, 3) dapat digunakan pada gigi sulung dan gigi permanen, 4) dapat mendeteksi lesi pada email dan dentin, 5) durasi yang singkat 15-20 detik pada setiap gigi.<sup>15</sup>

### PEMBAHASAN

Deteksi lesi awal karies penting dilakukan oleh dokter gigi, sebab dapat membantu dokter gigi lebih siap dalam merencanakan dan memberikan perawatan yang tepat pada pasien.<sup>8-10,24,25</sup> Banyak metode yang dapat digunakan bahkan masih digunakan hingga saat ini,

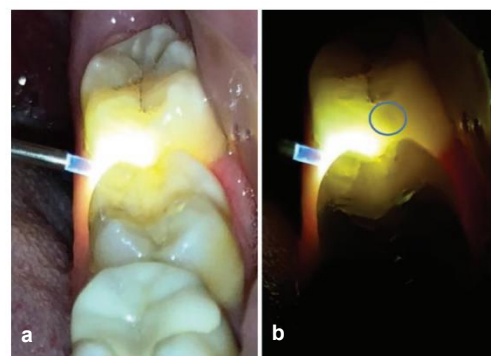
seperti metode *visual-tactile*, namun metode tersebut tidak lagi disarankan sebab dinilai dapat menyebabkan kerusakan pada lesi karena mungkin mengalami remineralisasi.<sup>5,13,14,21-23,25</sup> Oleh karena itu, metode lain dapat menjadi pilihan, salah satunya FOTI, sebuah teknik sederhana non invasif dan non radiasi yang dapat digunakan untuk mendeteksi karies pada permukaan gigi. Pada FOTI, berbagai spektrum cahaya dengan intensitas tinggi difokuskan dan dipersempit untuk berpenetrasi ke dalam struktur gigi berbagai kepadatan, menghasilkan bayangan gelap pada daerah yang mengalami kerusakan. Bayangan gelap yang dihasilkan disebabkan oleh rendahnya indeks penyerapan cahaya pada daerah kerusakan bila dibandingkan dengan jaringan sehat.<sup>4,5,14-18,21-24,29</sup>

Dengan memanfaatkan penyerapan cahaya, FOTI dapat membantu mendeteksi lesi karies yang mungkin saja tidak tampak pada permukaan gigi. FOTI dapat memisahkan lesi awal email dari dentin dengan perbedaan yang jelas, yaitu pada lesi awal email, cahaya tampak terlihat abu-abu opak dibandingkan permukaan email sehat yang translusen sedangkan lesi awal dentin akan tampak berwarna oranye kecoklatan atau kebiruan. Hal ini sangat membantu penilaian kedalaman dan jenis lesi yang ada.<sup>15-18,29</sup>

Penggunaan FOTI pada gigi anterior, ujung FOTI diletakkan pada bagian servikal permukaan labial gigi insisivus atas dengan berada tepat di atas *margin gingiva*. Pengamatan dilakukan dengan kaca mulut dari arah palatal sambil ujung FOTI digerakkan maju mundur sepanjang garis *margin* servikal ke arah mesial dan distal serta pada daerah dalam lekukan. Ujung FOTI ditempatkan pada sudut yang tepat ke permukaan labial, perhatikan juga setiap permukaan dari bagian interproksimal. Untuk dapat memperoleh perspektif 3D dari setiap lesi serta untuk memeriksa kondisi lain yang mungkin ada seperti displasia email, pewarnaan intrinsik dan fraktur koronal maka mengubah



**Gambar 2a** Penempatan yang tepat dari probe FOTI pada gigi anterior, **b** transiluminasi yang tampak pada gigi insisivus menunjukkan karies interproksimal, **c** menunjukkan perubahan sudut dari ujung FOTI pada gigi insisivus sentral yang menunjukkan perubahan kontras dan tampak garis retakan pada email (Sumber: <sup>1</sup>Hogan R, Pretty IA, Ellwood RP. Fibre-optic transillumination FOTI. Detection and assessment of dental caries: a clinical guide 2019; 139-49. doi:10.1007/978-3-030-16967-1, <sup>2</sup>Farooq S. Diagnosis of dental caries-old and the new. Bhilai, Chhattisgarh: OrangeBooks Publication; 2022)



**Gambar 3a** Penempatan probe FOTI secara tepat dengan ujung yang sempit (0,75 mm) pada gigi posterior untuk mendeteksi karies interproksimal, **b** tampilan yang kontras (dilingkari) antara bahan restorasi komposit dengan jaringan gigi molar kedua (Sumber: Hogan R, Pretty IA, Ellwood RP. Fibre-optic transillumination FOTI. Detection and assessment of dental caries: a clinical guide 2019; 139-49. doi:10.1007/978-3-030-16967-1)

sudut sumber cahaya penting dilakukan. Pada gigi posterior, ujung FOTI ditempatkan pada margin servikal bukal di atas *margin gingiva*, dibawah titik kontak. Ujung FOTI digerakkan maju mundur sepanjang margin servikal, seluruh permukaan oklusal diamati menggunakan kaca mulut. Pit, fisure dan tonjolan *marginal* gigi posterior perlu diperhatikan dengan baik, adanya bayangan abu-abu pada email sekitar pit dan fisure cenderung menunjukkan adanya karies email sedangkan bayangan oranye kecoklatan atau abu-abu kebiruan menunjukkan adanya karies dentin. Bayangan akan tampak berdekatan dengan pola dari fisure gigi posterior, dengan lesi karies dentin akan tampak lebih luas dibandingkan dengan lesi karies pada email.<sup>15,21,29</sup>

*Fiber optic transillumination* juga dapat digunakan untuk membedakan noda pada gigi dengan karies email. Pada karies email bayangan abu-abu akan muncul dan menghilang intensitasnya bila cahaya digerakkan di atas permukaan lain, sedangkan pada daerah yang terdapat noda, intensitas cahayanya konsisten tidak berubah. FOTI dapat digunakan untuk menyinari permukaan gigi dengan jarak 2-3 cm. Pada jarak tersebut noda gigi cenderung terlihat serupa saat terkena sinar, sedangkan pada email cenderung tampak putih. Perluasan

jangkauan cahaya yang dihasilkan FOTI dapat ditingkatkan dengan menggerakkan ujung FOTI secara vertikal dari dan ke arah margin servikal; selain itu, penggunaan ujung FOTI yang sempit yang kurang dari 1 mm yang ditempatkan pada lekukan di bawah area kontak gigi yang berdekatan akan meningkatkan perbedaan intensitas penyebaran cahaya sehingga dua tonjolan dari margin interproksimal dapat diamati secara bersamaan.<sup>15,21,29</sup>

FOTI merupakan alat yang mudah untuk digunakan dan dapat digunakan pada semua bagian permukaan gigi, mampu mendeteksi berbagai jenis lesi baik primer ataupun sekunder, dapat digunakan pada gigi sulung ataupun permanen, dapat mendeteksi lesi email dan lesi dentin, dapat membedakan antara noda dan lesi serta membutuhkan durasi waktu yang singkat dalam penggunaannya. Hal ini dapat dijadikan pertimbangan dalam menggunakan FOTI pada setiap aktivitas klinik.<sup>15,29</sup>

Disimpulkan bahwa efektivitas perawatan pencegahan karies dapat dicapai dengan dilakukan deteksi awal karies. *Fiber optic transillumination* merupakan salah satu metode minimal invasif untuk mendeteksi karies melalui transmisi cahaya.

## DAFTAR PUSTAKA

1. American Association of Endodontists. Glossary of Endodontic Terms, 10<sup>th</sup> edition; 2020. p.10.
2. Hurley JS. Shining a light on caries: Evaluating the evidence for diagnostic test accuracy of different illumination tests for the detection and diagnosis of enamel caries. *BDJ Team*. 2021 Sept 17;8(8):24–7. doi:10.1038/s41407-021-0716-7.
3. World Health Organization. Sugars and dental caries. 9 November 2017. Available at: <https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/sugars-and-dental-caries> (accessed 12 Maret 2024).
4. Khandelwal A, Jose J, Ajitha P. Early detection of dental caries – A review. *Drug Invention Today* 2020;13(2):139–43.
5. Kumari M, Rafia, Khan A, Shree R. Changing Concepts in the Diagnosis of Dental Caries: A Review. *Scientific Arch Dent Sci* 2021;5(1):29–35.
6. Serban C, Lungeanu D, Bota S-D, Cotca CC, Negrutiu ML, Duma V-F, et al. Emerging technologies for dentin caries detection-a systematic review and meta-analysis. *J Clin Med* 2022;11(3):674. doi:10.3390/jcm11030674
7. Abdelaziz M. Detection, diagnosis, and monitoring of early caries. *The Future of Individualized Dental Care* 2023;13:3649. doi:<https://doi.org/10.3390/diagnostics13243649>
8. Al Saffan AD. Current approaches to diagnosis of early proximal carious lesion: A literature review. *Cureus* 2023; doi:10.7759/cureus.43489
9. Pitts N. Understanding dental caries – from pathogenesis to prevention and therapy. In: *Understanding dental caries from pathogenesis to prevention and therapy*. Switzerland: Springer International Publishing; 2016. p.1-8.
10. Jayaraj A, Jayakrishnan, SV S, Shetty KN, Rai R. Diagnostic aids: a means of establishing treatment plan. *Int J Dent Sci* 2019;1(2):1–9.
11. Pitts NB, Banerjee A, Mazevet ME, Goffin G, Martignon S. From ICDAS to caries care international: The 20-year Journey Building International Consensus to take caries evidence into clinical practice. *Br Dent J* 2021;231:769–74. doi:10.1038/s41415-021-3732-2
12. Lin Y, McColl E, Duncan HF. Top tips for minimally invasive dentistry in primary care. *Br Dent J* 2023;235(2):84–6. doi:10.1038/s41415-023-6127-8
13. Kainth M, Kaur G, Alka, Kaur A. Dental caries: etiology, pathogenesis, diagnosis and management. *Int J Dent Sci Res* 2023;3:15–8.
14. Liu Y, Boer L, Shuang W, Yaru Z, Li P. The diagnosis for caries. In: *dental caries principles and management*. Berlin: Springer; 2016. p.85–9.
15. Hogan R, Pretty LA, Ellwood RP. Fibre-optic transillumination: FOTI. Detection and assessment of dental caries: a clinical guide. 2019;139-49. doi:10.1007/978-3-030-16967-1
16. Muhammad Alqussier A. Different modalities in caries detection and diagnosis. *Dental Caries - Diagnostic and Treatment Options [Working Title]*. 2023 Oct 28; doi:10.5772/intechopen.113363
17. Hausdörfer T, Harms L, Kanzow P, Hülsmann M. Three visual-diagnostic methods for the detection of enamel cracks: an in vitro study. *J Clin Med* 2023; 12(3):973. doi:10.3390/jcm12030973
18. Chanchala H, Godhi BS, Saha S. The use of fiber-optic transillumination in the diagnosis of fracture line in teeth: A method of standardization in fracture strength studies. *Int J Clin Pediatr Dent* 2022;15(4):475-7. doi:10.5005/jp-journals-10005-2402
19. Sandeep K, Salik MA, Marthia S. Minimally invasive dentistry. Chisinau-Moldova: LAP Lambert Academic Publishing; 2022.
20. Fatima N, Mustilwar R, Paul R, Chauhan PS, Mostafa D, Dhopte A. Minimal invasive dentistry. *Int J Health Sci* 2022;13062-77. doi:10.53730/ijhs.v6ns1.8280
21. Ghodasra R, Brizuela M. Dental caries diagnostic testing. [Updated 2023 Mar 19]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 Jan. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK574510/> (accessed 17 Februari 2024).
22. AlShaya MS, Sabbagh HJ, El-Housseiny AA. Diagnosis and management approaches for non-cavitated carious dental lesions- a narrative review. *Open Dent J* 2021;15(1):337–47. doi:10.2174/1874210602115010337
23. Pandey D, Chaturvedi P, Shuklai V. Recent diagnostic aids in endodontics. *IOSR J Dent Med Sci* 2020;19(6):1–5. doi:10.9790/0853-1906040105
24. Sadikoglu IS. White spot lesions: Recent detection and treatment methods. *Cyprus J Med Sci* 2020;5(3):260–6. doi:10.5152/cjms.2020.1902
25. Lin W, Alfaraj A, Lippert F, Yang C. Performance of the caries diagnosis feature of intraoral scanners and near-infrared imaging technology-A narrative review. *J Prosthodont* 2023;32(S2):114–24. doi:10.1111/jopr.13770
26. Dhatakar PB, Aggarwal SD, Digholkar RS, Lewis NV, Kurtarkar PS, Oswal P. Perfect restorative diagnosis: Myth or reality? *J Oper Dent Endodont* 2021;6(1):11–3. doi:10.5005/jp-journals-10047-0104
27. Akyildiz E, Özalp N. Diagnosis of early dental caries by traditional, contemporary and developing imaging methods. *Eur Ann Dent Sci* 2022;49:38–45. doi:10.52037/eads.2022.0008
28. Zain E, Chew HP. Update on clinical detection methods for noncavitated fissure caries. *World J Dent* 2020;11:81-8. doi:10.5005/jp-journals-10015-1687
29. Farooq S. Diagnosis of dental caries-old and the new. Bhillai, Chhattisgarh: OrangeBooks Publication; 2022.
30. Sreepriya G, Joseph E, George MA. Caries diagnosis: old and new - a review. *TAPER: J Indian Dent Assoc* 2023;7(1):43–50.