

Program edukasi “Mata Jeli, Gigi Sehat”: Meningkatkan pengetahuan deteksi dini karies pada remaja

¹Sandy Christiono*, ¹Welly Anggarani, ²Muhammad Dian Firdausy,
³Amara Danish Clarasya

¹Departemen Kedokteran Gigi Anak, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Islam Sultan Agung, Semarang, Indonesia

²Departemen Material Kedokteran Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Islam Sultan Agung, Semarang, Indonesia

³Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Islam Sultan Agung, Semarang, Indonesia

*Corresponding Author

Jl Raya Kaligawe KM 4, Terboyo Kulon, Kota Semarang 50112, Indonesia, +62 856-3482-147

E-mail: sandy@unissula.ac.id

How to cite (APA 7th style): Christiono, S., Anggarani, W., Firdausy, M. D., & Clarasya, A. D. (2026). Program edukasi “Mata Jeli, Gigi Sehat”: Meningkatkan pengetahuan deteksi dini karies pada remaja. *Community Empowerment Journal*, 4(2), 282-290. <https://doi.org/10.61251/cej.v4i2.380>

Abstrak

Karies gigi merupakan masalah kesehatan mulut yang prevalensinya masih tinggi di Indonesia, khususnya pada kelompok remaja. Mayoritas kasus baru terdeteksi pada stadium lanjut karena minimnya pengetahuan tentang tanda-tanda awal karies, termasuk lesi bercak putih (*white spot lesion*) yang pada tahap ini sesungguhnya masih bersifat reversibel. Program pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan siswa SMK Al-Sya'iriyah, Limpung, Batang, tentang deteksi dini karies gigi melalui program edukasi interaktif “Mata Jeli, Gigi Sehat”. Kegiatan dilaksanakan pada 12 Juni 2025 dengan desain one-group pre-post test yang melibatkan 35 siswa. Intervensi terdiri atas empat sesi edukasi yang mencakup identifikasi visual karies tahap awal, pengenalan gejala non-visual, konsep remineralisasi, serta opsi perawatan preventif. Data dianalisis menggunakan uji paired t-test untuk perbandingan nilai pengetahuan dan uji Wilcoxon signed-rank untuk perbandingan distribusi kategori. Rerata nilai pretest sebesar $47,43 \pm 14,42$ meningkat secara signifikan menjadi $78,29 \pm 14,35$ pada posttest, dengan rerata peningkatan $30,86 \pm 5,07$. Uji paired t-test menunjukkan perbedaan yang sangat signifikan [$t(34) = 36,01, p < 0,001$] dengan ukuran efek yang sangat besar (Cohen's $d = 2,14$). Uji Wilcoxon mengonfirmasi perubahan distribusi kategori yang signifikan ($p < 0,001$), di mana proporsi siswa berkategori “tinggi” meningkat dari 0% menjadi 62,9%. Program edukasi interaktif berbasis visual ini terbukti efektif meningkatkan pengetahuan deteksi dini karies pada remaja, mendukung paradigma kedokteran gigi minimal invasif.

Kata kunci: deteksi dini; edukasi kesehatan gigi; karies gigi; lesi bercak putih; remaja

Abstract

Dental caries remains a highly prevalent oral health problem in Indonesia, particularly among adolescents. Most cases are detected at advanced stages due to limited awareness of early caries signs, including white spot lesions, which are still reversible at that stage. This community service program aimed to improve the

knowledge of students at SMK Al-Sya'iriyah, Limpung, Batang, regarding early dental caries detection through an interactive educational program titled "Sharp Eyes, Healthy Teeth" (Mata Jeli, Gigi Sehat). The program employed a one-group pre-post test design involving 35 students on June 12, 2025. The intervention comprised four educational sessions covering visual identification of early caries, non-visual symptoms, remineralization principles, and preventive treatment options. Data were analyzed using a paired *t*-test for score comparison and the Wilcoxon signed-rank test for categorical distribution. Mean pre-test scores (47.43 ± 14.42) increased significantly to 78.29 ± 14.35 at post-test, with a mean improvement of 30.86 ± 5.07 . The paired *t*-test demonstrated a highly significant difference [$t(34) = 36.01, p < 0.001$] with a very large effect size (Cohen's $d = 2.14$). The Wilcoxon test confirmed a significant shift in knowledge category distribution ($p < 0.001$), with the proportion of students in the "high" category increasing from 0% to 62.9%. The visual-based interactive educational program was effective in significantly improving adolescents' early dental caries detection knowledge, supporting the minimal invasive dentistry paradigm.

Keywords: adolescents; dental caries; dental health education; early detection; white spot lesion

PENDAHULUAN

Karies bukan merupakan kejadian tunggal, melainkan sebuah proses dinamis yang kontinu. Proses ini diawali oleh ketidakseimbangan antara demineralisasi dan remineralisasi pada permukaan email gigi. Manifestasi klinis pertama dari proses demineralisasi adalah lesi bercak putih (*white spot lesion*/WSL), yang tampak sebagai area opak menyerupai kapur pada email. Pada tahap ini, permukaan email umumnya masih utuh dan kerusakan masih bersifat reversibel, artinya proses dapat dihentikan dan bahkan dibalikkan melalui remineralisasi dengan bantuan fluoride serta kontrol plak yang optimal (Featherstone et al., 2021). Konsep ini telah diperkuat oleh bukti mutakhir yang menunjukkan karies sebagai proses biologis yang dapat diintervensi pada setiap titik dalam kontinum perkembangannya (Pitts et al., 2017). Namun, peluang intervensi yang berharga ini seringkali terlewatkan.

Remaja merupakan kelompok yang sangat rentan terhadap perkembangan karies baru. Perubahan pola konsumsi yang cenderung tinggi karbohidrat, berkurangnya pengawasan kebersihan mulut dari orang tua, serta rendahnya literasi kesehatan gigi menjadi faktor risiko yang saling memperkuat pada kelompok usia ini (Pitts et al., 2017). Sayangnya, persepsi umum yang beredar di masyarakat menganggap "gigi berlubang" baru menjadi masalah ketika sudah terbentuk kavitas yang terlihat atau muncul rasa sakit. Persepsi yang keliru ini membuat lesi bercak putih diabaikan dan gejala awal seperti sensitivitas terhadap rangsang manis atau dingin dianggap sebagai hal yang sepele. Kondisi ini mendorong remaja untuk bersikap reaktif, bukan proaktif, terhadap kesehatan giginya.

Observasi awal di SMK Al-Sya'iriyah, Limpung, Batang, mengonfirmasi kondisi tersebut. Siswa pada umumnya tidak mengenali lesi bercak putih sebagai tanda awal karies, belum memahami konsep reversibilitas kerusakan, dan tidak memiliki kemampuan inspeksi mandiri yang memadai. Kondisi ini menempatkan mereka pada posisi pasif dalam menjaga kesehatan giginya. Pemberdayaan melalui edukasi yang tepat sasaran merupakan strategi fundamental untuk mengubah pola perilaku ini, dan program edukasi kesehatan mulut berbasis sekolah terbukti efektif meningkatkan pengetahuan dan perilaku kesehatan gigi pada anak dan remaja (Bramantoro et al., 2021).

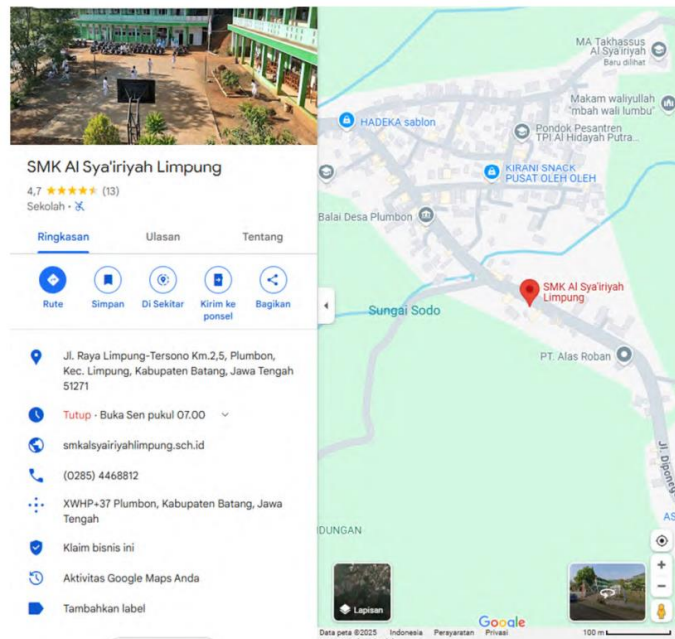
Paradigma kedokteran gigi modern telah bergeser dari pendekatan kuratif menuju preventif dan minimal invasif. Inti dari pergeseran ini adalah kemampuan mendeteksi dan menghentikan perkembangan karies pada tahap paling awal (Fejerskov et al., 2015). Program edukasi berbasis komunitas yang melatih kemampuan deteksi visual menjadi salah satu strategi yang relevan dan dapat dilaksanakan dengan sumber daya yang terbatas. Berdasarkan latar belakang tersebut, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dirancang untuk meningkatkan pengetahuan siswa SMK Al-Sya'iriyah tentang deteksi dini karies melalui program edukasi interaktif "Mata Jeli, Gigi Sehat: Jadi Detektif untuk Gigimu Sendiri," dengan tujuan mengubah siswa dari penerima perawatan pasif menjadi individu proaktif yang mampu mengenali tanda-tanda awal kerusakan gigi.

METODE

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan pada 12 Juni 2025 di SMK Al-Sya'iriyah, Limpung, Kabupaten Batang, Jawa Tengah, dengan melibatkan 35 siswa sebagai responden. Kegiatan dilaksanakan berdasarkan Surat Tugas dari Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA) Nomor 57/C.1/SA-LPPM/VIII/2025. Pelaksanaan kegiatan terbagi dalam tiga tahap.

Tahap Persiapan

Pada tahap ini dilakukan koordinasi jadwal dan teknis dengan pihak sekolah, termasuk penetapan kelompok sasaran dan penyediaan fasilitas. Tim menyusun materi edukasi berbasis visual beresolusi tinggi yang mencakup foto klinis lesi bercak putih pada berbagai stadium, diagram proses demineralisasi dan remineralisasi, serta ilustrasi lokasi anatomis yang paling rentan terhadap karies. Selain itu, dikembangkan pula kuesioner pre-test dan post-test untuk mengukur tingkat pengetahuan responden tentang deteksi dini karies, meliputi kemampuan identifikasi tanda visual, pengenalan gejala non-visual, pemahaman konsep reversibilitas, dan pengetahuan tentang pilihan perawatan preventif.



Gambar 1. Peta lokasi kegiatan pengabdian

Tahap Pelaksanaan

Kegiatan edukasi dilaksanakan dalam satu sesi penuh berdurasi 120 menit dengan struktur sebagai berikut: (1) Pre-test dan pengenalan konsep “detektif gigi” (15 menit); (2) Sesi “Pelatihan Mata Jeli”, yaitu pengenalan tanda-tanda visual karies awal dengan penekanan pada identifikasi lesi bercak putih melalui foto klinis beresolusi tinggi (35 menit); (3) Sesi “Mendengar Bisikan Gigi”, yang membahas gejala non-visual seperti sensitivitas terhadap rangsang manis dan dingin serta gejala awal lainnya (25 menit); dan (4) Sesi “Menutup Kasus Sejak Dini,” yang menjelaskan konsep remineralisasi dan opsi perawatan preventif seperti aplikasi fluoride topikal dan fissure sealant (20 menit), diakhiri dengan diskusi, tanya jawab, dan post-test (25 menit).

Tahap Evaluasi

Efektivitas program diukur melalui perbandingan nilai pre-test dan post-test. Nilai dinyatakan dalam skala 0–100 dan dikategorikan menjadi tiga tingkatan: rendah (0–50), sedang (51–70), dan tinggi (71–100). Sebelum analisis komparatif, dilakukan uji normalitas Shapiro-Wilk terhadap distribusi nilai pre-test dan post-test. Karena kedua distribusi memenuhi asumsi normalitas (pre-test: $p = 0,590$; post-test: $p = 0,163$), perbandingan nilai pengetahuan dilakukan menggunakan uji paired t-test. Untuk membandingkan distribusi kategorik pengetahuan, digunakan uji Wilcoxon signed-rank. Ukuran efek dihitung menggunakan Cohen’s d berdasarkan pooled standard deviation. Keseluruhan analisis statistik dilakukan menggunakan perangkat lunak IBM SPSS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Responden

Kegiatan ini diikuti oleh 35 siswa SMK Al-Sya’iriyah yang berpartisipasi secara penuh dari awal hingga akhir sesi, sehingga tidak terdapat data yang hilang (complete case, $n = 35$).



Gambar 2. Penyampaian materi edukasi



Gambar 3. Materi edukasi tentang deteksi karies pada gigi

Nilai Pengetahuan Pre-test dan Post-test

Rerata nilai pre-test responden sebesar $47,43 \pm 14,42$ masuk dalam kategori rendah, yang mengindikasikan minimnya pengetahuan awal siswa tentang deteksi dini karies. Setelah intervensi edukasi, rerata nilai post-test meningkat secara substansial menjadi $78,29 \pm 14,35$, berada dalam kategori tinggi. Rerata peningkatan nilai adalah $30,86 \pm 5,07$. Uji Shapiro-Wilk mengonfirmasi distribusi normal pada nilai pre-test ($p = 0,590$) dan post-test ($p = 0,163$), sehingga penggunaan uji paired t-test dapat dipertanggungjawabkan. Adapun nilai peningkatan (selisih) yang tidak terdistribusi normal ($p < 0,001$) disebabkan oleh sifat diskret data (seluruh nilai peningkatan merupakan kelipatan 5), bukan karena penyimpangan distribusi yang sesungguhnya, sehingga tidak membatalkan asumsi uji t berpasangan. Rincian nilai rerata dan hasil uji normalitas disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rerata nilai pengetahuan dan hasil uji normalitas

Variabel	Rerata \pm SD	Sig. Normalitas (Shapiro-Wilk)
Pretest	$47,43 \pm 14,42$	0,590
Posttest	$78,29 \pm 14,35$	0,163
Peningkatan	$30,86 \pm 5,07$	$< 0,001$ *

* Distribusi tidak normal secara statistik disebabkan oleh sifat diskret data (nilai merupakan kelipatan 5), bukan karena penyimpangan distribusi yang bermakna secara substantif. Asumsi paired t-test tetap terpenuhi berdasarkan normalitas nilai pretest dan posttest.

Hasil uji paired t-test menunjukkan perbedaan yang sangat signifikan antara nilai pre-test dan post-test [$t(34) = 36,01, p < 0,001$], dengan ukuran efek yang tergolong sangat besar menurut kriteria Cohen (Cohen's $d = 2,14, 95\%$ CI peningkatan: $29,12-32,60$). Rincian hasil uji statistik disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji paired t-test nilai pengetahuan

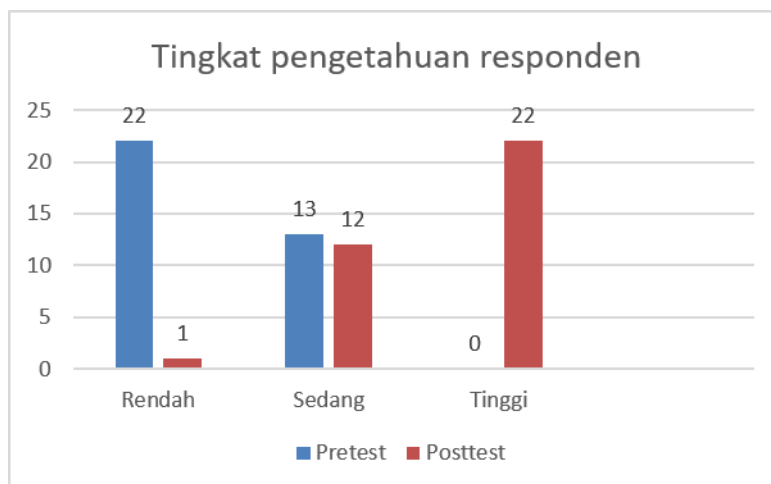
Parameter	Nilai	Keterangan
t-statistik	36,01	Paired t-test, df = 34
p-value	< 0,001	Sangat signifikan
Cohen's d	2,14	Efek sangat besar (kriteria Cohen)
95% CI	[29,12; 32,60]	Interval kepercayaan rerata peningkatan

Perubahan Distribusi Kategori Pengetahuan

Perubahan yang lebih nyata terlihat pada distribusi kategori pengetahuan (Tabel 3). Sebelum intervensi, tidak ada satu pun responden yang tergolong dalam kategori “tinggi,” sementara 62,9% (n = 22) berada dalam kategori “rendah.” Setelah intervensi, distribusi mengalami pembalikan yang dramatis: 62,9% responden (n = 22) naik ke kategori “tinggi,” sementara hanya satu responden (2,9%) yang masih berada dalam kategori “rendah.”

Tabel 3. Distribusi kategori pengetahuan pre-test dan post-test

Kategori	Pretest (n)	Pretest (%)	Posttest (n)
Rendah (0–50)	22	62,9	1
Sedang (51–70)	13	37,1	12
Tinggi (71–100)	0	0,0	22
Total	35	100,0	35

**Gambar 4.** Distribusi kategori pengetahuan siswa pada pre-test dan post-test (n = 35)

Uji Wilcoxon signed-rank mengonfirmasi perubahan distribusi kategori pengetahuan yang sangat signifikan (Tabel 4), konsisten dengan hasil uji t pada nilai kontinu.

Tabel 4. Hasil uji Wilcoxon signed-rank kategori pengetahuan

Uji	p-value	Keterangan
Wilcoxon Signed-Rank	< 0,001	Perubahan kategori pengetahuan sangat signifikan

Pembahasan

Temuan ini mengonfirmasi efektivitas intervensi edukasi “Mata Jeli, Gigi Sehat” dalam meningkatkan pengetahuan deteksi dini karies pada remaja. Besaran efek yang sangat besar (Cohen’s $d = 2,14$) menunjukkan bahwa perbedaan sebelum dan sesudah intervensi bukan hanya signifikan secara statistik, tetapi juga bermakna secara klinis dan praktis. Peningkatan ini tidak sekadar mencerminkan perolehan fakta baru, melainkan pergeseran pemahaman konseptual tentang karies sebagai proses yang dapat diintervensi sejak dini.

Rendahnya nilai pre-test (rerata 47,43; 62,9% kategori rendah) mencerminkan realitas yang telah lama menjadi keprihatinan dalam kesehatan gigi masyarakat: minimnya pemahaman publik tentang tanda-tanda awal karies. Kondisi ini sejalan dengan data epidemiologis nasional yang menunjukkan tingginya prevalensi karies tidak terawat di Indonesia (Kemenkes, 2018). Secara global, karies tidak terawat pada gigi permanen diidentifikasi sebagai salah satu kondisi dengan beban terbesar di antara 195 negara yang dikaji (Kassebaum et al., 2017), dan lebih dari 2 miliar kasus prevalensi tercatat pada 2019, menunjukkan peningkatan 46% sejak 1990 (Qin et al., 2022). Data ini menegaskan urgensi strategis intervensi preventif berbasis edukasi.

Kunci keberhasilan program ini terletak pada pendekatannya yang melatih kepekaan visual dan sensoris, bukan sekadar mentransfer informasi teoritis. Penggunaan foto klinis beresolusi tinggi untuk melatih identifikasi lesi bercak putih secara langsung membangun kemampuan observasi yang dapat diaplikasikan secara mandiri. Hal ini sejalan dengan prinsip fundamental bahwa karies pada tahap bercak putih masih merupakan lesi reversibel yang dapat dihentikan melalui remineralisasi (Featherstone et al., 2021; Pitts et al., 2017). Bukti terkini dari meta-analisis sistematis juga mengonfirmasi efektivitas berbagai agen remineralisasi dalam menghentikan dan membalikkan lesi bercak putih pada tahap awal (Monjarás-Ávila et al., 2025), memperkuat urgensi kemampuan deteksi dini sebagai kunci intervensi minimal invasif yang berhasil (Fejerskov et al., 2015).

Dalam konteks ilmu promosi kesehatan, program ini menerapkan prinsip pemberdayaan masyarakat yang menekankan partisipasi aktif penerima manfaat, bukan sekadar penyuluhan pasif. Pendekatan interaktif berbasis visual yang digunakan konsisten dengan bukti dari tinjauan sistematis yang menunjukkan bahwa program edukasi kesehatan mulut berbasis sekolah secara konsisten meningkatkan pengetahuan, sikap, dan perilaku kesehatan gigi pada anak dan remaja, terutama yang melibatkan metode pembelajaran aktif (Bramantoro et al., 2021).

Terdapat beberapa limitasi yang perlu diakui. Pertama, desain one-group pre-post test tanpa kelompok kontrol membatasi kemampuan untuk menyingkirkan ancaman validitas internal seperti efek maturation atau history. Peningkatan yang teramati tidak dapat secara eksklusif diatribusikan pada intervensi tanpa mengecualikan faktor eksternal. Kedua, pengukuran dilakukan segera setelah intervensi sehingga retensi pengetahuan jangka panjang belum dapat dinilai. Ketiga, jumlah responden yang relatif kecil ($n = 35$) membatasi generalisasi temuan. Penelitian selanjutnya perlu menambahkan kelompok kontrol, memperbesar sampel, dan melakukan pengukuran follow-up pada 1–3 bulan pasca-intervensi untuk menilai keberlanjutan efek.

KESIMPULAN

Program edukasi interaktif “Mata Jeli, Gigi Sehat” terbukti efektif meningkatkan pengetahuan siswa SMK Al-Sya’iriyah tentang deteksi dini karies gigi secara signifikan. Rerata nilai pengetahuan meningkat sebesar 30,86 poin (dari 47,43 menjadi 78,29), dengan ukuran efek yang sangat besar (Cohen’s $d = 2,14$). Distribusi kategori pengetahuan mengalami pergeseran yang dramatis: proporsi siswa berkategori tinggi meningkat dari 0% menjadi 62,9%, sementara proporsi kategori rendah turun dari 62,9% menjadi hanya 2,9%. Temuan ini menunjukkan bahwa pemberdayaan kemampuan deteksi mandiri tanda-tanda awal karies pada remaja melalui pendekatan edukasi visual interaktif merupakan strategi yang efektif dan praktis dalam mendukung paradigma kedokteran gigi minimal invasif dan preventif. Program serupa direkomendasikan untuk direplikasi di sekolah-sekolah lain dengan penambahan kelompok kontrol dan pengukuran follow-up untuk memvalidasi efek jangka panjang. Penelitian ini terbatas pada ketiadaan kelompok kontrol, sampel yang sedikit, dan rentang waktu yang pendek antara uji sebelum intervensi dan setelah intervensi selain itu hanya terkait pokok bahasan karies.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA) atas dukungan pendanaan melalui Program Pengabdian kepada Masyarakat Pengembangan Wilayah (PKM-PK). Terima kasih juga kepada pihak SMK Al-Sya’iriyah, Limpung, Batang, atas fasilitas, kemudahan koordinasi, dan antusiasme seluruh siswa peserta kegiatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bramantoro, T., Santoso, C. M. A., Hariyani, N., Setyowati, D., Zulfiana, A. A., Nor, N. A. M., Nagy, A., Pratamawari, D. N. P., & Irmalia, W. R. (2021). Effectiveness of the school-based oral health promotion programmes from preschool to high school: A systematic review. *PLOS ONE*, *16*(8), e0256007. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0256007>
- Featherstone, J. D. B., Crystal, Y. O., Alston, P., Chaffee, B. W., Doméjean, S., Rechmann, P., Zhan, L., & Ramos-Gomez, F. (2021). Evidence-Based Caries Management for All Ages- Practical Guidelines. *Frontiers in Oral Health*, *2*. <https://doi.org/10.3389/froh.2021.657518>
- Fejerskov, O., Nyvad, B., & Kidd, E. (2015). *Dental caries: the disease and its clinical management*. John Wiley & Sons.
- Kassebaum, N. J., Smith, A. G. C., Bernabé, E., Fleming, T. D., Reynolds, A. E., Vos, T., Murray, C. J. L., Marcenes, W., Abyu, G. Y., Alsharif, U., Asayesh, H., Benzian, H., Dandona, L., Dandona, R., Kasaeian, A., Khader, Y. S., Khang, Y. H., Kokubo, Y., Kotsakis, G. A., ... Yonemoto, N. (2017). Global, Regional, and National Prevalence, Incidence, and Disability-Adjusted Life Years for Oral Conditions for 195 Countries, 1990–2015: A Systematic Analysis for the Global Burden of Diseases, Injuries, and Risk Factors. *Journal of Dental Research*, *96*(4), 380–387. <https://doi.org/10.1177/0022034517693566>
- Kemenkes, R. I. (2018). Hasil utama RISKESDAS 2018. *Online*) [Http://Www. Depkes. Go. Id/Resources/Download/Info-Terkini/Materi_rakorpop_2018/Hasil% 20Riskesdas, 202018](http://www.depkes.go.id/Resources/Download/Info-Terkini/Materi_rakorpop_2018/Hasil%20Riskesdas,202018).
- Monjarás-Ávila, A. J., Hardan, L., Cuevas-Suárez, C. E., Alonso, N. V. Z., Fernández-Barrera, M. Á., Moussa, C., Jabr, J., Bourgi, R., & Haikel, Y. (2025). Systematic Review and Meta-

Analysis of Remineralizing Agents: Outcomes on White Spot Lesions. *Bioengineering*, 12(1), 93. <https://doi.org/10.3390/bioengineering12010093>

Peres, M. A., Macpherson, L. M. D., Weyant, R. J., Daly, B., Venturelli, R., Mathur, M. R., Listl, S., Celeste, R. K., Guarnizo-Herreño, C. C., Kearns, C., Benzian, H., Allison, P., & Watt, R. G. (2019). Oral diseases: a global public health challenge. *The Lancet*, 394(10194), 249–260. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)31146-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)31146-8)

Pitts, N. B., Zero, D. T., Marsh, P. D., Ekstrand, K., Weintraub, J. A., Ramos-Gomez, F., Tagami, J., Twetman, S., Tsakos, G., & Ismail, A. (2017). Dental caries. *Nature Reviews Disease Primers*, 3(1), 17030. <https://doi.org/10.1038/nrdp.2017.30>

Qin, X., Zi, H., & Zeng, X. (2022). Changes in the global burden of untreated dental caries from 1990 to 2019: A systematic analysis for the Global Burden of Disease study. *Heliyon*, 8(9), e10714. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10714>

World Health Organization. (2022). *Global oral health status report: towards universal health coverage for oral health by 2030*. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240061484>

Conflict of Interest Statement: The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Copyright © 2026 Author(s). This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) and the copyright owner(s) are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.