

The use of fig latex as a dentine deproteinisation agent prior to adhesive restoration procedures

Pemanfaatan getah buah ara sebagai agen deproteinisasi dentin sebelum prosedur restorasi adesif

¹A. Abdillah, ²Aliyah Rajab, ³Agriasta Aulia Amrin, ⁴Christine Anastasia Rovani

^{1,2,3}Profesi Dokter Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Hasanuddin

⁴Departemen Konservasi Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Hasanuddin
Makassar, Indonesia

Corresponding author, e-mail: 1aandiabill@gmail.com

ABSTRACT

The success of adhesive restorations is greatly influenced by the quality of the bond between the restorative material and the dentine. A deproteinising agent is required to remove denatured collagen without damaging the dentine structure. Fig latex (*Ficus carica*), which contains the proteolytic enzyme *ficin*, is being developed as a natural alternative material due to its ability to degrade proteins, its biocompatibility, and its antibacterial and anti-inflammatory properties. This article evaluates the potential of *ficin* as a dentine deproteinisation agent prior to adhesive restoration procedures by analysing its effect on adhesive bond strength, hybrid layer quality, and the effectiveness of dentine deproteinisation. A search for scientific articles was conducted in the *Google Scholar*, *Web of Science*, and *PubMed* databases using keywords related to *ficin*, proteolytic enzymes, and dentine deproteinisation. Articles meeting the inclusion criteria were then systematically analysed in accordance with the PRISMA guidelines. Based on research and clinical reports, it appears that *ficin*, as a proteolytic enzyme, is effective when used as a deproteinisation agent on enamel and dentine surfaces prior to adhesive procedures; it is capable of improving bond quality, optimising hybrid layer formation, and serving as a safe and efficient alternative in restorative dental procedures.

Keywords: *ficin*; dentine deproteinization; adhesive restoration; proteolytic enzyme; hybrid layer

ABSTRAK

Keberhasilan restorasi adesif sangat dipengaruhi oleh kualitas ikatan antara bahan restorasi dan dentin. Agen deproteinisasi diperlukan untuk menghilangkan kolagen terdenaturasi tanpa merusak struktur dentin. Getah buah ara (*Ficus carica*) yang mengandung enzim proteolitik *ficin* mulai dikembangkan sebagai bahan alternatif alami karena memiliki kemampuan mendegradasi protein, bersifat biokompatibel, serta memiliki aktivitas antibakteri dan anti-inflamasi. Artikel ini mengevaluasi potensi *ficin* sebagai agen deproteinisasi dentin sebelum prosedur restorasi adesif melalui analisis terhadap pengaruhnya pada kekuatan ikatan adesif, kualitas *hybrid layer*, serta efektivitas deproteinisasi dentin. Pencarian artikel ilmiah melalui *database Google Scholar*, *Web of Science*, dan *PubMed* menggunakan kata kunci terkait *ficin*, enzim proteolitik, dan deproteinisasi dentin. Artikel yang memenuhi kriteria inklusi kemudian dianalisis secara sistematis berdasarkan pedoman PRISMA. Berdasarkan penelitian dan laporan klinis, tampak bahwa *ficin* sebagai enzim proteolitik efektif digunakan sebagai agen deproteinisasi pada permukaan email dan dentin sebelum prosedur adesif, mampu meningkatkan kualitas adesi, mengoptimalkan pembentukan *hybrid layer*, serta menjadi alternatif yang aman dan efisien dalam prosedur kedokteran gigi restoratif.

Kata kunci: *ficin*, deproteinisasi dentin, restorasi adesif, enzim proteolitik, *hybrid layer*

Received: 1 January 2026

Accepted: 5 April 2026

Published: 1 August 2026

PENDAHULUAN

Restorasi estetik saat ini sangat diminati dalam mempertahankan dan meningkatkan kesehatan rongga mulut melalui perbaikan gigi yang rusak serta pemulihan fungsi dan estetika.¹ Salah satu bahan yang sering digunakan yaitu resin komposit, yang memiliki warna menyerupai gigi alami, sifat mekanis yang baik serta minimal invasif.² Keberhasilan restorasi membutuhkan adesi yang adekuat antara resin komposit dan permukaan gigi, terutama pada dentin. Proses adesi pada dentin melibatkan pembentukan *hybrid layer* dari interaksi antara resin adesif dengan jaringan kolagen dentin.³ Namun, keberadaan komponen organik seperti kolagen dan protein pada permukaan dentin dapat menghambat penetrasi resin adesif secara optimal, sehingga dapat menurunkan kekuatan ikatan dan menyebabkan kegagalan restorasi.⁴

Untuk mengatasi hal tersebut, dikembangkan berbagai metode untuk meningkatkan kualitas adesi, salah satunya melalui proses deproteinisasi dentin.⁵ Deproteinisasi bertujuan untuk menghilangkan komponen organik pada permukaan dentin sehingga meningkatkan penetrasi resin adesif dan memperbaiki kualitas ikatan antara bahan restorasi dengan jaringan gigi.⁶ Beberapa bahan kimia seperti *sodium hypochlorite* (NaOCl) telah digunakan sebagai agen deproteinisasi, namun memiliki toksisitas yang tinggi sehingga berpotensi mengiritasi jaringan.⁷

Seiring berkembangnya penelitian di bidang biomaterial kedokteran gigi, penggunaan bahan alami mulai banyak dikaji sebagai agen deproteinisasi alternatif. Tanaman *Ficus carica* juga menghasilkan getah (*latex*) yang mengandung *ficin*, salah satu enzim proteolitik.⁸ Enzim ini mampu mendegradasi jaringan kolagen dari dentin yang telah dipreparasi dengan mengkatalis hidrolisis protein menjadi asam amino. Proses ini menyebabkan dentin berubah sifatnya menjadi hidrofilik serta menghilangkan *smear layer* pada permukaan dentin.^{9,10}

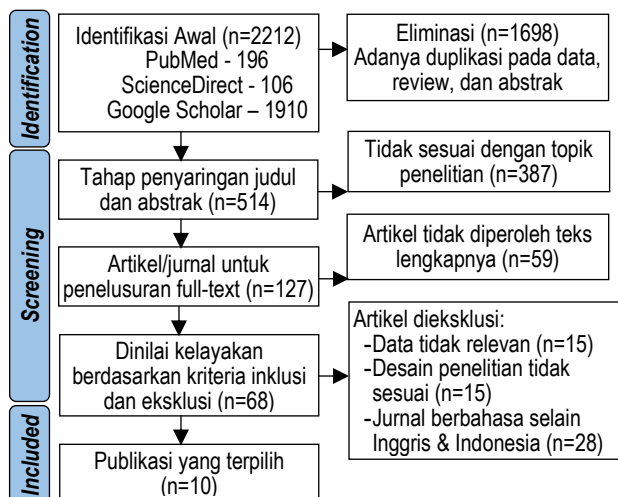
Selain itu, penelitian tersebut juga menunjukkan bahwa enzim

proteolitik dapat meningkatkan deproteinisasi *smear layer* dan memperbaiki adesi antara dentin dan bahan restorasi adesif.¹⁰ Berdasarkan hal tersebut, pemanfaatan getah buah ara yang mengandung *ficin* sebagai agen deproteinisasi dentin sebelum prosedur restorasi adesif menjadi topik yang menarik untuk diteliti lebih lanjut. Karena itu, kajian pustaka ini mengevaluasi potensi *ficin* sebagai agen deproteinisasi dentin dalam meningkatkan keberhasilan restorasi adesif.

METODE

Dilakukan pencarian sistematis pada data ilmiah, termasuk *PubMed*, *Web of Science*, dan *Google Scholar*, menggunakan kata kunci berikut *ficin*, *enzim proteolitik*, dan *deproteinisasi dentin* untuk mengumpulkan artikel-artikel relevan yang memungkinkan tinjauan komprehensif tentang topik tersebut. Kriteria inklusi diterapkan untuk memastikan inklusi studi berkualitas tinggi dan relevan, yaitu diterbitkan dalam 5 tahun terakhir disertakan untuk memastikan penelitian tersebut terkini tersedia teks lengkap hanya artikel yang menyediakan akses teks lengkap yang dipertimbangkan untuk memastikan metodologi dan hasil yang terperinci dapat ditinjau sepenuhnya. Kriteria eksklusi berupa artikel yang hanya tersedia sebagai abstrak, tidak memberikan detail yang cukup untuk evaluasi, dan berita, surat, wawancara, dan opini, karena tidak menawarkan data penelitian. Proses penyaringan meliputi pemilihan judul dan abstrak, lalu penyaringan teks lengkap. Untuk menilai kualitas metodologi studi, dilakukan tahapan standar *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) memastikan bahwa tinjauan tersebut mematuhi pedoman yang telah ditetapkan untuk tinjauan sistematis dan memberikan kesimpulan yang andal dan tidak bias.

Rangkuman karakteristik dan temuan utama dari masing-masing studi disajikan pada Tabel 1, yang mencakup informasi mengenai desain penelitian, jenis agen deproteinisasi yang digunakan, pengaruh terhadap struktur dentin, serta hasil penelitian terkait efektivitas agen



Tabel 1 Flowchart proses penyeleksian pustaka

proteolitik dalam meningkatkan kualitas adesi restorasi. Temuan-temuan tersebut kemudian dikelompokkan berdasarkan beberapa variabel utama, yaitu kemampuan agen deproteinisasi dalam menghilangkan kolagen dentin terdenaturasi, meningkatkan penetrasi resin adesif dan kualitas *hybrid layer*, serta meningkatkan *bond strength* dan stabilitas ikatan restorasi adesif pada dentin.

PEMBAHASAN

Karakteristik studi yang disertakan

Kesepuluh studi dalam tinjauan ini terdiri atas penelitian eksperimental *in vitro*, disertai satu *systematic review* dan *meta-analysis* ser-

ta satu *literature review*, yang diterbitkan tahun 2021-2025. Rentang waktu publikasi tersebut menunjukkan bahwa penggunaan agen proteolitik sebagai bahan deproteinisasi dentin merupakan topik penelitian yang terus berkembang dan semakin mendapat perhatian dalam bidang restorasi adesif kedokteran gigi. Fokus utama penelitian adalah upaya meningkatkan kualitas adesi resin terhadap dentin melalui modifikasi permukaan dentin dan pengendalian degradasi kolagen pada *hybrid layer*.

Berdasarkan jenis agen deproteinisasi yang digunakan, studi-studi tersebut menunjukkan variasi bahan proteolitik yang cukup beragam. Papain menjadi agen yang paling banyak diteliti; pada penelitian Cuc dkk, Sirirangsee dkk, dan Kusumasari dkk.^{7,11,12} *Ficin* diteliti oleh Kallel dkk serta Rakshitha dkk, juga membahas bromelain.^{13,14} Selain agen proteolitik alami, beberapa penelitian juga menggunakan *sodium hypochlorite* (NaOCl) sebagai bahan deproteinisasi konvensional, seperti pada penelitian Costa dkk. Sementara itu, Hardan dkk melalui *systematic review* dan *meta-analysis* menyoroti berbagai strategi peningkatan *bond strength universal* adesif, termasuk penggunaan agen deproteinisasi dan inhibitor degradasi kolagen.^{15,16}

Tujuan dan pendekatan penelitian dari studi-studi tersebut dapat dibagi menjadi beberapa kelompok utama. Pertama, riset yang berfokus pada peningkatan *bond strength* dan kualitas adesi resin-dentin setelah aplikasi agen proteolitik, seperti penelitian Sirirangsee dkk, Rakshitha dkk, dan Kusumasari dkk.^{7,12,14} Kedua, riset yang mengevaluasi efek deproteinisasi terhadap kebersihan *smear layer*, pembukaan tubulus dentin, dan kualitas *hybrid layer* menggunakan analisis SEM atau *nanoleakage*, sebagaimana dilakukan oleh Rakshitha dkk, dan Kusumasari dkk.^{7,14} Ketiga, penelitian yang membandingkan efektivitas

HASIL

N o	Penulis (Tahun)	Desain Penelitian	Agan Deproteinisasi	Pengaruh terhadap Struktur Dentin	Hasil Penelitian
1	Al-Badri H, et al. (2024)	Eksperimental <i>in vitro</i>	<i>Bromelain</i> , <i>papain</i> , <i>chloramine</i> , <i>chlorhexidine</i>	Proteolisis kolagen terdenaturasi (selektif)	Formulasi <i>bromelain</i> merupakan pendekatan <i>minimally invasive</i> yang selektif, mempertahankan dentin termineralisasi sebagian dengan morfologi yang baik untuk restorasi adesif
2	Hardan L, et al. (2021)	<i>Systematic review & meta-analysis</i>	<i>Universal adhesives</i> (10-MDP based) + berbagai teknik tambahan	Penetrasi monomer + hibridisasi + inhibisi MMP	Beberapa teknik alternatif (aktif aplikasi, perpanjangan waktu pengupaan <i>solvent</i> >10 detik, <i>curing</i> 40 detik, <i>etching</i> selektif 3 detik, dll.) direkomendasikan untuk meningkatkan <i>bonding universal adhesives</i>
3	Paik Y, et al. (2022)	Eksperimental <i>in vitro</i>	<i>Flavonoid</i> (ICT, FIS, SIB) + CPIC	<i>Crosslinking</i> kolagen + remineralisasi apatit	<i>Pretreatment demineralized</i> dentin dengan flavonoid & CPIC efektif meningkatkan stabilitas ikatan dentin; ICT+C menunjukkan hasil terbaik
4	Rakshitha, et al. (2025)	Eksperimental laboratorium <i>in vitro</i> komparatif	<i>Ficin</i> 2%	<i>Nanoleakage</i> (Rhodamine B + CLSM)	<i>Bromelain</i> 10% paling efektif mengurangi <i>nanoleakage</i> , terutama pada mode <i>total-etch</i> ; <i>ficin</i> kurang efektif
5	Sirirangsee, et al. (2025)	Eksperimental laboratorium <i>in vitro</i>	<i>Papain</i> (10 wt%, BRIX 3000)	μ TBS, Raman <i>spectroscopy</i> , SEM (fraktografi & resin-dentin interface)	Deproteinisasi dengan papain efektif pada <i>eroded</i> dentin, meningkatkan infiltrasi resin & ketahanan ikatan SEA
6	Kusumasari, et al. (2024)	Eksperimental laboratorium <i>in vitro</i>	<i>Papain</i> (6, 15, 30 IU/g)	ATR-FTIR (amide:phosphate ratio), <i>tensile bond strength</i> , <i>molecular docking</i>	Formulasi papain 15 IU/g paling optimal: stabil, efektif menghilangkan <i>smear layer</i> , & meningkatkan TBS tertinggi
7	Kallel Get al. (2023)	Eksperimental <i>in vitro</i>	<i>Ficin</i> (ekstrak dari lateks buah tin) vs NaOCl 0,5% & 5,25%	Proteolisis kolagen & protein <i>pellicle</i>	Deproteinisasi email sebelum etsa direkomendasikan untuk <i>bonding</i> ortodontik. <i>Ficin</i> memberikan SBS tertinggi (18,11 MPa), NaOCl 5,25% (15,28 MPa) dan NaOCl 0,5% (14,96 MPa). NaOCl 0,5% direkomendasikan karena toksisitas lebih rendah
8	Demir N, et al. (2024)	Eksperimental <i>in vitro</i>	Er:YAG laser & Femtosecond laser (bukan agen kimia)	Ablasi laser, peningkatan kekasaran permukaan	Er:YAG maupun femtosecond laser dapat digunakan pada dentin sebelum sementasi resin karena tidak memengaruhi <i>bond strength</i> ($p>0,05$). Tetapi pascalaser, <i>Clearfil SE Bond</i> lebih direkomendasi daripada <i>Clearfil SE Protect</i> karena lebih mempertahankan kandungan mineral dentin.
9	Cuc S, et al. (2025)	<i>Literature review</i> (sistematik)	<i>Bromelain</i> & <i>Papain</i> (review)	Hidrolisis ikatan peptida protein <i>stain</i> & kolagen terdenaturasi	<i>Bromelain</i> dan <i>papain</i> adalah agen alami yang efektif dan aman untuk <i>tooth whitening</i> (degradasi protein <i>stain</i>) dan <i>atraumatic caries removal</i> (degradasi kolagen terdenaturasi) yang lebih aman daripada H_2O_2 /NaOCl karena tidak merusak struktur mineral atau menyebabkan sensitivitas.
10	Costa, et al. (2024)	Eksperimental <i>in vitro</i>	NaOCl 3% (larutan, gel, dengan surfaktan)	Oksidasi & deproteinisasi, surfaktan meningkatkan penetrasi	Deproteinisasi dengan NaOCl 3% + surfaktan (SHT) memberikan hasil terbaik: <i>residue cleanliness</i> tertinggi, <i>bond strength</i> tertinggi (8,22 MPa), dan <i>tag formation</i> terpanjang (72,66 μ m) pada <i>cervical & middle thirds</i> .

tas agen proteolitik alami dengan bahan kimia konvensional seperti NaOCl, misalnya pada penelitian Kallel dkk, dan Costa dkk.^{13,15} Selain itu, terdapat riset oleh Paik dkk¹⁷ yang mengkaji potensi biomodifikasi dentin untuk perbaikan stabilitas kolagen dan ketahanan ikatan adesif.

Keberagaman desain penelitian, jenis agen proteolitik, serta parameter evaluasi menunjukkan bahwa deproteinisasi dentin merupakan pendekatan yang memiliki potensi luas dalam meningkatkan keberhasilan restorasi adesif. Secara umum, seluruh studi menunjukkan bahwa agen proteolitik seperti *ficin*, *papain*, dan *bromelain* mampu menguraikan kolagen dentin yang terdenaturasi, meningkatkan penetrasi resin adesif, memperbaiki kualitas *hybrid layer*, serta meningkatkan stabilitas dan kekuatan ikatan restorasi resin komposit pada dentin.¹⁸

Analisis tematik potensi *ficin* sebagai agen deproteinisasi dentin sebelum restorasi adesif

Ficin merupakan enzim proteolitik alami yang berasal dari getah tanaman genus *Ficus*, terutama buah tin (*Ficus carica*). Enzim ini termasuk golongan *cysteine protease*, yaitu enzim proteolitik yang mampu memecah protein, khususnya kolagen. Dalam bidang kedokteran gigi restoratif, *ficin* mulai banyak diteliti sebagai agen deproteinisasi dentin, yaitu bahan yang digunakan untuk menghilangkan serabut kolagen dentin yang terekspos setelah proses etsa asam. Setelah dentin diaplikasikan asam fosfat, mineral hidroksiapatit akan larut sehingga meninggalkan matriks kolagen terbuka. Jika kolagen tersebut tidak terinfiltrasi sempurna oleh bahan adesif, dapat menyebabkan terbentuknya lapisan hibrid yang lemah, terjadinya *nanoleakage*, penurunan kekuatan ikatan, dan kegagalan restorasi dalam jangka panjang. Karena itu, penggunaan bahan deproteinisasi seperti *ficin* menjadi alternatif untuk meningkatkan kualitas adesi restorasi.¹⁹

tematif untuk meningkatkan kualitas adesi restorasi.¹⁹

Ficin bekerja dengan cara menghidrolisis atau memecah serabut kolagen yang telah terdenaturasi pada permukaan dentin pascaetsa. Dengan berkurangnya kolagen superfisial, pori-pori dentin dan tubulus dentin menjadi lebih terbuka sehingga monomer resin dari *bonding agent* berpenetrasi lebih baik ke dalam substrat dentin. Kondisi ini membantu pembentukan *hybrid layer* yang lebih homogen dan berpotensi meningkatkan kekuatan ikatan antara dentin dan resin komposit.¹¹ Karena *ficin* berasal dari bahan alami, enzim ini dinilai memiliki potensi toksisitas yang lebih rendah dibandingkan bahan kimia sintetis seperti NaOCl yang juga digunakan untuk agen deproteinisasi.¹⁸

Penelitian terbaru menunjukkan bahwa *ficin* memiliki potensi yang baik sebagai agen deproteinisasi dentin. Studi berjudul *effect of deproteinising agents on the adhesion of composite resin to dentin in total etch and self etch techniques-a nanoleakage study* membandingkan penggunaan *bromelain* dan *ficin* 2% terhadap *microleakage* pada dentin.¹⁴ Hasil penelitian menunjukkan bahwa *ficin* mampu menurunkan nilai *nanoleakage* dibandingkan kelompok kontrol, meskipun *bromelain* menunjukkan hasil yang lebih baik. Temuan ini menunjukkan bahwa *ficin* tetap memiliki prospek sebagai bahan alami untuk meningkatkan keberhasilan restorasi adesif. Penelitian lain mengenai enzim proteolitik seperti *papain* juga mendukung bahwa penggunaan enzim alami mampu meningkatkan performa adesif pada dentin yang mengalami erosi.

Disimpulkan bahwa *Ficin* dan enzim proteolitik dapat direkomendasikan untuk deproteinisasi pada permukaan email sebelum proses etsa asam dalam prosedur restorasi adesif secara keseluruhan, terbukti menjadi pilihan baru dalam proses agen deproteinisasi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Irmaleny I, Hidayat OT, Ajeng R. Compoener as an aesthetic treatment option for anterior teeth: a case report. BMC Oral Health 2024;24(367):1-8.
2. Li X, Li R, Wang H, Yang Z, Liu Y, Li X, et al. Global burden of dental caries from 1990 to 2021 and future projections. Int Dent J 2025;75(5):1-10; doi:10.1016/j.identj.2025.100904.
3. Alomran WK, Nizami MZI, Xu HHK, Sun J. Evolution of dental resin adhesives-a comprehensive review. J Funct Biomater 2025;16(3):1-43; doi:10.3390/fb16030104.
4. Mokeem LS, Garcia IM, Melo MA. Degradation and failure phenomena at the dentin bonding interface. Biomed 2023;11(5):1-15;doi: 10.3390/biomedicines11051256.
5. Alshaikh KH, Hamama HHH, Mahmoud SH. Effect of smear layer deproteinization on bonding of self-etch adhesives to dentin: a systematic review and meta-analysis. Restor Dent Endod 2018;43(2):1-16.
6. Delgado AHS, Belmar M, Costa D, Polido MC, Azul AM, Sauro S. Collagen-depletion strategies in dentin as alternatives to the hybrid layer concept and their effect on bond strength : a systematic review. Sci Rep 2022;12:1-13; doi: 10.1038/s41598-022-17371-0.
7. Kusumasari C, Meidyawati R, Megantoro A, Tiara R. Development of a novel papain gel formulation: Exploring different concentrations for smear-layer deproteinization and enhanced dentin bonding. Heliyon 2024;10(19):e39035; doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e39035.
8. Gaaloul H, Kallel G, Mahassen B, Mezlini S, Chekir-Ghedira L, Dallel I, et al. Effect of enamel deproteinization using ficin on shear bond strength of orthodontic brackets. Acta Sci Dent Sci 2022;5(2):2581-8635; doi: 10.31080/ASDS.2022.06.1308.
9. Quintana Sánchez MM. Papain gel as a deproteinizing agent for tooth enamel. Mex J Med Res ICSA 2025;13(25):69-73;doi: 10.29057/mjmr.v13i25.12399.
10. da Costa MB, Mano Azul A, Sauro S, Delgado AHS. Effects and properties of deproteinizing methods in dentin: a comprehensive narrative review. J Funct Biomater. 2026;17(6):1-26.
11. Sirirangsee P, Tagami J, Sanon K, Botta R, Ngernsutivorakul T, Kusumasari C, et al. Deproteinization with papain enzyme improves the bonding performance of self-etch adhesives to eroded dentin. Sci Rep 2025;15(10825):1-12.
12. Kallel G, Hassouna A, Amor WB, Mezlini S, Dallel I, Tobji S, et al. Effect of ficin and sodium hypochlorite on enamel deproteinization prior to orthodontic brackets bonding: a comparative study. Acta Sci Dent Sci. 2023;6(11):9-15.
13. Rakshitha A. Effect of deproteinising agents on the adhesion of composite resin to dentin in total etch and self etch techniques-a nanoleakage study. Int J Dent Sci Innov Res 2025;8(5):153-60.
14. Spatafora G, Li Y, He X, Cowan A, Tanner ACR. The Evolving Microbiome of Dental Caries. Microorganisms. 2024;12(1):1-45.
15. Hardan L, Bourgi R, Kharouf N, Mancino D, Zarow M, Jakubowicz N, et al. Bond strength of universal adhesives to dentin: a systematic review and meta-analysis. Polymers (Basel) 2021;13(814):1-34.
16. Paik Y, Kim JH, Yoo KH, Yoon SY. Dentin biomodification with flavonoids and calcium phosphate ion clusters to improve dentin bonding stability. Materials (Basel) 2022;15(1494):1-13.
17. Voinot J, Bedez M. Pretreatments to bonding on enamel and dentin disorders : a systematic review. Evid Based Dent. 2024;25:1-10.
18. Kim H, Jung YJ, Kim Y, Bae MK, Yoo KH, Yoon SY, et al. Long-term hybrid stability and matrix metalloproteinase inhibition by fucosterol in resin-dentin bonding biomechanics. Sci Rep. 2024;14:1-14.