

Aplikasi teknologi *surface pre-reacted glass* pada restorasi gigi anak

Eunike Sianturi, Eriska Riyanti

Departemen Kedokteran Gigi Anak, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Padjadjaran

ABSTRAK

Pendahuluan: *Surface Pre-Reacted Glass* merupakan bahan restorasi *hybrid* berwarna gigi yang melepaskan ion-ion yang dapat mempengaruhi aktivitas anti-demineralisasi dan remineralisasi, serta mengendalikan bakteri kariogenik sebagai pencegahan karies gigi pada anak. Saat ini bahan *Surface Pre-Reacted Glass* semakin dikembangkan mengingat keuntungan-keuntungan yang diperoleh.

Tujuan: Memberikan informasi mengenai aplikasi *Surface Pre-Reacted Glass* dengan cara melakukan *review* dari berbagai jurnal.

Tinjauan Pustaka: Bahan restorasi berbasis pada teknologi *Surface Pre-Reacted Glass* merupakan ionomer kaca yang sudah direaksikan sebelumnya, sehingga menghasilkan partikel kaca *fluoride* yang dikelilingi oleh hidrogel ionomer kaca. Partikel PRG diintegrasikan ke dalam matriks resin, kemudian

digunakan sebagai *filler* atau bahan pengisi. Partikel pengisi *Surface Pre-Reacted Glass* dibentuk oleh reaksi asam basa antara kaca fluoroaluminosilikat dan asam poliakrilat. Partikel pengisi *Surface Pre-Reacted Glass* mampu melepaskan dan *recharge* fluor. *Surface Pre-Reacted Glass* juga dikenal melepaskan beberapa jenis ion, termasuk Na, F, Sr, Al, Si, dan B.

Diskusi: Bahan *filler Surface Pre-Reacted Glass* dapat diindikasikan dalam kasus-kasus kedokteran gigi anak. Aplikasi *filler* S-PRG dapat menghambat pembentukan biofilm, dapat meningkatkan efek remineralisasi pada gigi permanen muda, memiliki aktivitas antibakteri, dan menghambat *quorum sensing* bakteri.

Simpulan: Bahan *filler Surface Pre-Reacted Glass* dapat digunakan sebagai bahan restorasi gigi anak yang secara aktif mencegah karies gigi.

Kata kunci: *Surface Pre-Reacted Glass*, *ion-ion released*, remineralisasi

PENDAHULUAN

Karies gigi merupakan salah satu penyakit yang paling umum terjadi pada anak-anak, yang disebabkan oleh produksi asam dari bakteri mulut, seperti *Streptococcus mutans*. Gigi sulung lebih rentan terhadap karies daripada gigi permanen karena daya tahan terhadap keasaman lebih rendah. Tindakan preventif perlu dilakukan untuk mengurangi terjadinya karies gigi pada anak terhadap proses demineralisasi permukaan gigi yang utuh dan mendukung terjadinya proses remineralisasi pada tahap awal kerusakan gigi. Aplikasi bahan restorasi sebagai tindakan kuratif harus segera dilakukan begitu lesi karies terbentuk. Penggantian bahan restorasi juga dilakukan saat karies sekunder terbentuk, terutama apabila lesi karies berdekatan dengan bahan restorasi sebelumnya.¹⁻³

Masalah estetik pada gigi anak yang biasa terjadi adalah diskolorisasi mahkota gigi. Trauma pada gigi sulung dapat menyebabkan lesi periapikal yang dapat mengganggu pembentukan enamel gigi

permanen, sehingga menyebabkan diskolorisasi gigi tersebut. Selain itu, penggunaan antibiotik tetrasiklin dan penyakit sistemik selama masa pembentukan gigi permanen juga dapat menjadi etiologi diskolorisasi mahkota gigi permanen. *White spot* merupakan kasus diskolorisasi ringan yang dapat menyebabkan gigi menjadi coklat kemerahan.^{4,5}but also esthetic problems. Various coating materials for remineralization have been developed. The aim of this study was to evaluate the effect of a coating material (PRG Barrier Coat, SHOFU

Banyak penelitian tentang bahan gigi telah dilakukan untuk mengatasi masalah ini.^{6,7} Seiring kemajuan zaman, restorasi gigi dapat mengembalikan fungsi estetik, pasien menginginkan restorasi gigi yang warnanya sangat mendekati warna gigi asli. Warna memiliki peran penting dalam meraih tingkat estetik yang optimum. Syarat bahan tambal estetik harus sesuai dengan gigi asli baik dari warna, translusensi, maupun tekstur. Bahan restorasi estetik juga harus mampu menjaga stabilitas warna dalam jangka waktu yang lama.⁴

Correspondence:

Eunike Sianturi
Departemen Kedokteran Gigi Anak, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Padjadjaran

Samra dkk melaporkan bahwa warna, bentuk, dan tekstur permukaan restorasi sangat penting dalam estetika, serta memberikan karakter pada senyum seseorang. Salah satu bahan restorasi pada kedokteran gigi yang estetis adalah resin komposit. Kekurangan dari bahan ini adalah mengalami pengerutan saat polimerisasi, sehingga kemungkinan terjadinya karies sekunder lebih besar.⁵

Tindakan preventif insidensi karies sekunder membutuhkan bahan restorasi yang mendekati karakteristik restorasi ideal, yaitu mudah dimanipulasi, berwarna gigi, adhesif dengan gigi, tidak mengalami perubahan volume saat mengeras (*setting*), melindungi gigi dari karies rekuren, memiliki kekuatan adekuat, tidak terlarut dan terkorosi dalam mulut, tidak toksik dan mengiritasi pulpa dan jaringan gingival, mudah di-*trim* dan dipoles, resisten terhadap pembentukan plak gigi, memiliki koefisien ekspansi termal, serta koefisien difusi termal sama dengan email dan dentin, sedikit menyerap air, *radiopaque*, murah, jangka waktu pemakaian lama dan memiliki sifat antibakteri.^{6,7} Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa restorasi yang dapat melepaskan fluor memiliki insidensi karies sekunder lebih rendah dibandingkan restorasi yang tidak dapat melepaskan fluor.^{8,9} Hal ini terjadi karena pelepasan fluor dari bahan restorasi dapat membantu proses remineralisasi gigi dan menguatkan struktur gigi agar tidak mudah terjadi demineralisasi gigi.¹⁰

Bahan restorasi yang dapat melepaskan fluor adalah GIC (*Glass Ionomer Cement*). GIC memiliki kemampuan untuk melepaskan fluor dan berikatan secara kimiawi dengan jaringan keras gigi, sehingga meningkatkan retensi dan resistensi restorasi. Namun, GIC memiliki beberapa kekurangan, yaitu ketahanan terhadap tekanan kompresi yang rendah, sehingga tidak direkomendasikan untuk digunakan pada gigi yang memiliki beban tekan kunyah besar. Selain itu, GIC memiliki warna yang kurang estetis karena lebih *opaque*.¹¹

Konsep bahan restorasi gigi yang didasarkan pada teknologi baru *Surface Pre-Reacted Glass (S-PRG)*, di mana *filler* PRG khusus dimasukkan ke dalam matriks resin. Teknik ini dilakukan untuk membentuk perlindungan inti kaca dari kelembaban, memberikan estetika jangka panjang, dan daya tahan komposit konvensional dengan pelepasan dan penyerapan fluor. Resin komposit yang mengandung bahan *filler* S-PRG telah banyak digunakan dalam perawatan gigi.⁸⁻¹¹

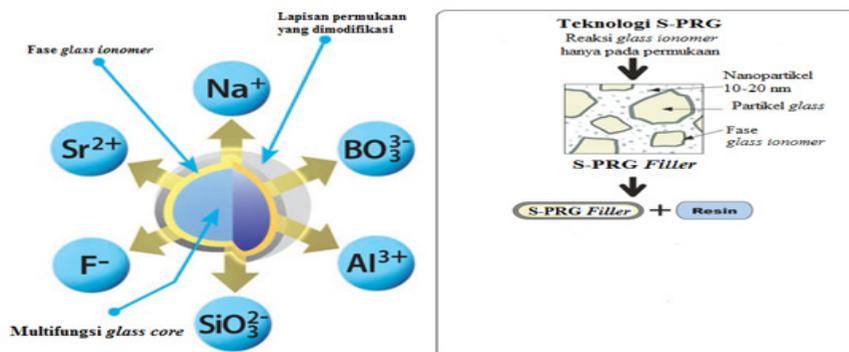
S-PRG merupakan bahan restorasi *hybrid* berwarna gigi yang melepaskan ion-ion yang dapat mempengaruhi aktivitas anti-demineralisasi dan remineralisasi, serta mengendalikan bakteri kariogenik sebagai pencegahan karies gigi pada anak. Saat ini bahan S-PRG semakin dikembangkan mengingat keuntungan-keuntungan yang diperoleh.^{8-10,12,13} Makalah ini bertujuan untuk memberikan informasi mengenai aplikasi S-PRG dengan cara melakukan *review* dari berbagai jurnal.

TINJAUAN PUSTAKA

Bahan restorasi berbasis resin yang diisi dengan bahan GIC yang telah direaksikan terlebih dahulu adalah kategori terkini dari bahan restorasi *hybrid* berwarna gigi, yang berbasis pada teknologi PRG (*Pre-Reacted Glass*) (Gambar 1), yaitu ionomer kaca yang sudah direaksikan sebelumnya, sehingga menghasilkan partikel kaca *fluoride* yang dikelilingi oleh hidrogel ionomer kaca.^{8,9}

Partikel PRG diintegrasikan ke dalam matriks resin, kemudian digunakan sebagai *filler* atau bahan pengisi. Dengan demikian, berpotensi sebagai bahan restorasi komposit yang dapat melepaskan fluor, mempunyai sifat estetika yang baik, dan fisik yang tahan terhadap beban tekanan kunyah besar.¹²

Partikel pengisi S-PRG dibentuk oleh reaksi asam basa antara kaca fluoroaluminosilikat dan asam poliakrilat. Partikel pengisi S-PRG mampu melepaskan dan *re-charge* fluor. S-PRG juga dikenal melepaskan beberapa jenis ion, termasuk



Gambar 1. Teknologi S-PRG⁹

Tabel 1. Ion-ion yang dilepaskan S-PRG dan fungsinya⁸

No.	Ion-ion	Fungsi
1.	Na	Menginduksi fungsi lima ion lainnya
2.	F	Produksi fluorapatit, efek antibakterial, dan remineralisasi terhadap lesi yang mengalami demineralisasi
3.	Sr	Perbaikan terhadap pembentukan tulang dan mineralisasi
4.	Al	Supresi terhadap hipersensitifitas
5.	Si	Remineralisasi gigi
6.	B	Efek antibakterial, mendorong pembentukan tulang

Na, F, Sr, Al, Si, dan B. Fungsi ion-ion ini dirangkum dalam Tabel 1.^{8,11} Efek anti demineralisasi S-PRG telah diamati pada *denture base resin*, *fissure sealant*, dan bahan pelapis. S-PRG memiliki kemampuan untuk melakukan remineralisasi, yang berasal dari kemampuan ion-ion yang dilepaskan. Efek *filler* S-PRG dan ion-ion yang dilepaskan pada jaringan keras diteliti secara ekstensif, termasuk aktivitas anti-demineralisasi dan remineralisasi. Bioaktivitas juga terdeteksi saat menggunakan elaborasi S-PRG. Hal ini juga penting untuk mengendalikan bakteri kariogenik dalam mencegah pembentukan karies dan efek antibakteri S-PRG. Mikroorganisme oral menyebabkan penyakit lain, seperti periodontitis, lesi periapikal, *oral malodor* (halitosis), dan sebagainya.¹³⁻¹⁵

Sifat dan Indikasi S-PRG

Teknologi *filler* S-PRG mengintegrasikan transmisi cahaya dan sifat difusi gigi yang alami. Struktur *filler* ini telah dikembangkan untuk mensimulasikan struktur internal gigi secara alami sesuai dengan karakteristik optik S-PRG. Transmisi cahaya enamel dikombinasikan dengan difusi cahaya dentin mengembalikan fungsi estetik seperti gigi asli, yang membentuk efek *chameleon*. Secara estetik, warna gigi yang dihasilkan baik. Fluoresensi mendekati seperti gigi yang alami dan *radiopaque* 3,4 Al:mm, radiopasitas 70% lebih besar dari enamel dan 200% lebih besar dari dentin, serta 1,7 kali enamel dan 3 kali lebih tinggi dari dentin.⁹ Sifat S-PRG memberikan kekuatan lentur 130 Mpa, *vickers hardness* 62 Hv, *wear resistance* 0,52% berat, *filler* beban 83,3% berat, kedalaman *cure* 5,9 mm, pelepasan *fluoride & recharge*, stabilitas warna di atas rata-rata, *shrinkage* rendah, mudah dibentuk tanpa menempel, penutupan margin gingiva penuh dan akurat, stabilitas jangka panjang di bawah kondisi buruk untuk restorasi anterior dan posterior, *veneers* laminasi langsung dan *core build-up*, serta cepat dan mudah dipoles.^{9,15} Bahan *filler* S-PRG sebagai bahan restorasi gigi anak dapat diindikasikan pada restorasi Kelas III, IV, V, serta Kelas I dan Kelas II selektif; restorasi gigi sulung; porselen dan komposit yang retak; erosi servikal dan karies pada akar; *base/liner* di bawah

bahan restorasi gigi; bahan *pulp capping*; *fissure sealant*; blokir *undercut*; perbaikan tepi insisal gigi yang retak dan perbaikan estetik (kosmetik) *direct veneers* dan pasak.^{9,12,16,17}

PEMBAHASAN

Bahan *filler* S-PRG dapat diindikasikan pada kasus-kasus kedokteran gigi anak. Aplikasi *filler* S-PRG dapat menghambat pembentukan biofilm, dapat meningkatkan efek remineralisasi pada gigi permanen muda, memiliki aktivitas antibakteri, dan menghambat *quorum sensing* bakteri.^{10,12,14,18}

Efek Hambat S-PRG terhadap Pembentukan Plak di Rongga Mulut

Pengontrolan bakteri merupakan strategi yang efektif untuk menjaga kesehatan gigi dan mulut. Kolonisasi plak gigi oleh *S. mutans* berperan dalam pembentukan karies gigi. Nishio dan Yamamoto menyatakan bahwa pelepasan *fluoride* dari bahan *filler* S-PRG dapat mencegah terbentuknya akumulasi plak yang meminimalisir adhesi plak dan menghambat kolonisasi bakteri pada permukaan resin komposit yang mengandung bahan *filler* S-PRG.

Hal ini penting untuk mengurangi jumlah plak pada permukaan bahan restorasi gigi di rongga mulut untuk mencegah karies sekunder. Penelitian tahap awal dilakukan pada aktivitas antiplak *in vivo*. Blok resin kecil menempel pada permukaan gigi dan jumlah bakteri pada permukaan resin diamati setelah mengeluarkan blok dari rongga mulut. *Scanning electron microscopy* mengungkapkan banyak bakteri pada blok resin kontrol. Sebaliknya, jumlah bakteri yang jauh lebih sedikit menempel pada permukaan resin S-PRG. Ketahanan bakteri adalah langkah awal inisiasi karies dan bahan yang mengandung S-PRG dianggap kurang rentan terhadap bakteri kariogenik. S-PRG juga mempengaruhi penurunan pH dan demineralisasi yang disebabkan oleh *S. mutans*.^{8,11,18}

Nakamura K. dkk mengungkapkan bahwa *Resin Modified Glass Ionomer Cement* (RM-GIC) dan resin komposit yang mengandung bahan *filler* S-PRG mempunyai kemampuan *buffering* terhadap

asam dan mengontrol dekalsifikasi enamel gigi. Pelepasan ion-ion fluor dan strontium yang lebih tinggi dari bahan *filler* S-PRG menghambat demineralisasi enamel. Aplikasi bahan *filler* S-PRG yang menekan adhesi plak pada permukaan gigi juga menguntungkan bagi pasien anak yang menggunakan gigi tiruan dan *bracket*. Nakajo dkk. melaporkan bahwa resin komposit yang mengandung bahan *filler* S-PRG lebih tinggi dalam menghambat pertumbuhan *S. mutans* pada permukaan gigi daripada GIC, terutama disebabkan oleh pelepasan ion-ion boron dan fluor.¹⁰⁻¹²

Efek S-PRG terhadap Biofilm Polymicrobial secara In Vitro

Plak tidak tersusun dari satu bakteri saja di dalam rongga mulut, namun terdiri dari banyak mikroorganisme yang berbeda. Oleh karena itu, penting untuk memeriksa efek S-PRG pada biofilm *polymicrobial*. Kuramochi dkk. menunjukkan bahwa S-PRG memiliki efek supresi terhadap biofilm *polymicrobial* dengan bakteri saliva. Suzuki dkk. melaporkan bahwa S-PRG dapat mengganggu biofilm *polymicrobial* matang pada saliva dan juga menghambat pembentukan biofilm.^{14,18,19}

Lapisan tipis seperti film diamati dan lebih banyak albumin diserap ke permukaan S-PRG jika dibandingkan dengan blok kontrol ketika blok resin S-PRG direndam dalam saliva manusia. Dengan menggunakan spektroskopi energi sinar-X, beberapa ion seperti Al, Si, dan Sr dideteksi secara dominan. Jumlah ion-ion ini jauh lebih tinggi pada lapisan blok resin S-PRG daripada pada permukaan resin lainnya. Ion-ion tersebut dilepaskan dari S-PRG dan ion-ion mencegah terjadinya perlekatan bakteri.^{15,19,20}

Efek S-PRG terhadap Bakteri Endodontik

Lesi periapikal disebabkan oleh infeksi bakteri, dan penting untuk mengendalikan bakteri untuk mencegah terjadinya rekuren. S-PRG tidak hanya digunakan untuk restorasi, tapi juga digunakan sebagai *sealer* endodontik. Han dkk. melakukan penelitian terhadap bakteri endodontik. *Sealer* endodontik yang mengandung S-PRG memiliki efek antibakteri pada *Propionibacterium acnes* dan *Actinomyces israelii*, namun tidak berpengaruh pada *Enterococcus faecalis*. Tidak mungkin dapat menciptakan lingkungan endodontik yang bebas dari bakteri, sehingga *sealer* antibakteri efektif untuk mencegah terjadinya lesi periapikal rekuren.^{10,17}

Efek S-PRG terhadap Aktivitas Enzim Porphyromonas gingivalis

Beberapa bahan restorasi gigi diaplikasikan ke daerah yang berdekatan dengan margin gingiva dan bahan antibakteri akan efektif dalam mencegah penyakit periodontal. S-PRG menekan

aktivitas *protease* dan *gelatinase P. gingivalis*, yang dikaitkan dengan perkembangan penyakit periodontal. Beberapa bahan yang menghambat aktivitas *protease P. gingivalis* telah dikembangkan, namun sebagian besar berbentuk cair, sedangkan S-PRG menunjukkan aktivitas antibakteri yang baik sebagai bahan padat maupun elaborasi. S-PRG dianggap memiliki aktivitas jangka panjang untuk mencegah penyakit periodontal. *Gelatinase* juga terkait dengan perkembangan karies sekunder di bawah bahan restorasi gigi. Santos dkk. melaporkan bahwa *zinc oxide cement* dan amalgam menekan aktivitas *gelatinase*, yang dapat menyebabkan efek pencegahan karies dari bahan-bahan ini. Sudah diketahui bahwa S-PRG menekan perkembangan karies karena melepaskan *fluoride*, namun Santos dkk. menemukan bahwa hal itu juga dapat mencegah karies sekunder dengan menghambat aktivitas *gelatinase* pada restorasi.^{8,11}

Efek S-PRG terhadap Koagregasi Bakteri Periodontopatik

Telah diketahui dengan jelas bahwa infeksi berbagai jenis bakteri penting untuk inisiasi dan perkembangan penyakit periodontal. Infeksi karena kombinasi *P. gingivalis* dan mikroorganisme lainnya meningkatkan virulensi bakteri. Koagregasi bakteri periodontopatik dikaitkan dengan keterikatan bakteri di saku gingiva. *Fusobacterium nucleatum* diketahui memiliki aktivitas koagregasi, yang dianggap sebagai faktor virulensinya. Yoneda dkk. melaporkan bahwa S-PRG juga mengganggu agregasi antara *P. gingivalis* dan *F. nucleatum*.²¹

Efek S-PRG terhadap Oral Malodor (Halitosis)

Oral malodor (halitosis) dikaitkan dengan senyawa sulfur yang mudah menguap (VSCs) yang dihasilkan oleh bakteri periodontopatik. Secara klinis, *oral malodor* disebabkan oleh lapisan lidah, periodontitis, dan karies dalam. Gigi tiruan yang tidak dibersihkan juga merupakan salah satu penyebab halitosis, dan gigi tiruan antibakteri yang dibuat dengan S-PRG akan berkontribusi pada pencegahan malodor. Suzuki dkk. melaporkan bahwa pembilasan dengan S-PRG menghilangkan lebih banyak bakteri di rongga mulut daripada pembilasan. Pembilasan oral dengan elaborasi S-PRG efektif dalam mengurangi produksi VSC.¹⁸

Efek S-PRG terhadap Remineralisasi Enamel Gigi Permanen Muda dengan White Spot

Preventif dini lesi karies pada gigi permanen muda untuk mencegah demineralisasi diperlukan. Metode remineralisasi yang efektif untuk *White Spot Lesions* (WSLs) pada gigi permanen muda diperlukan tidak hanya pencegahan terhadap perkembangan lesi karies, tetapi juga masalah estetika. PRG *Barrier Coat* diproduksi untuk

menekan hipersensitivitas gigi dan untuk melapisi permukaan gigi dalam mencegah karies gigi. Aplikasi *filler* S-PRG sebagai bahan tambahan untuk aplikasi *fluoride* periodik dapat meningkatkan efek remineralisasi yang menguntungkan pada gigi permanen muda dengan WSLs (Gambar 2).^{4,5,13}but also esthetic problems. Various coating materials for remineralization have been developed. The aim of this study was to evaluate the effect of a coating material (PRG Barrier Coat, SHOFU

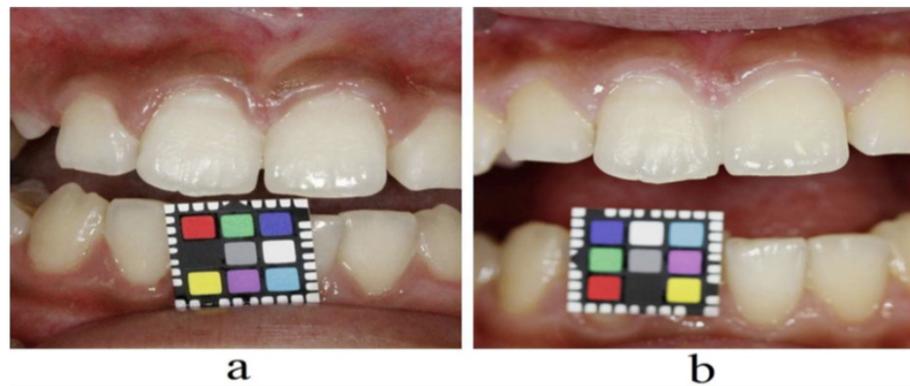
Efek S-PRG terhadap Perbaikan Warna Gigi yang Diskolorasi dalam Kedokteran Gigi Anak

S-PRG dapat memperbaiki estetik gigi sesuai penggunaannya pada gigi-geligi anak, terutama diskolorasi gigi permanen karena efek trauma gigi sulung (Gambar 3). Perubahan warna gigi yang disebabkan oleh antibiotik tetrasiklin semakin

gelap seiring waktu karena efek sinar ultraviolet. Aplikasi S-PRG ini dapat menekan perkembangan diskolorasi gigi dengan menghalangi sinar ultraviolet. Bahan *filler* ini sangat berguna untuk memperbaiki warna mahkota gigi yang mengalami diskolorasi pada anak-anak.^{22,23}

Efek S-PRG terhadap Viabilitas dan Diferensiasi Odontogenik pada Pulpa Gigi Sulung

Bahan baru *filler* S-PRG dapat berguna sebagai bahan *pulp capping* yang melindungi jaringan pulpa dan membentuk dentin sekunder. Kandungan ion aluminium dan *fluoride* yang dilepaskan dari bahan ini membentuk *fluoroaluminate* kompleks, yang mampu menginduksi proliferasi osteoblas dan pembentukan tulang. Karies pada gigi sulung hampir selalu mencapai jaringan pulpa gigi. Efek S-PRG sangat baik sebagai bahan *pulp capping*



Gambar 2. Gambaran klinis gigi insisivus sentralis kanan atas dengan WSLs setelah perawatan dengan aplikasi S-PRG, a. sebelum perawatan, b. tujuh bulan setelah perawatan*but also esthetic problems. Various coating materials for remineralization have been developed. The aim of this study was to evaluate the effect of a coating material (PRG Barrier Coat, SHOFU



Gambar 3. Gambaran klinis sebelum dan setelah perawatan pada diskolorasi gigi permanen karena efek trauma gigi sulung²²

dengan kemampuan menginduksi diferensiasi odontoblastik jaringan pulpa gigi.^{17,24} Hasil penelitian Fujita M dkk (Gambar 4) menunjukkan bahwa konsentrasi F dan Al yang dilepaskan dari ekstrak PRG cement secara signifikan meningkatkan jumlah sel dan aktivitas ALP hDPC-Ds (*alkaline phosphatase-human dental pulp cells derived from deciduous teeth*) daripada ekstrak bahan *pulp capping* lainnya. Kandungan F dan Al meningkatkan proliferasi sel osteoblas, merangsang pembentukan tulang, menghambat aktivitas asam fosfatase pada sel osteoblas, dan menginduksi aktivitas tirosinekinase yang menyebabkan proliferasi sel osteoblas.¹⁷

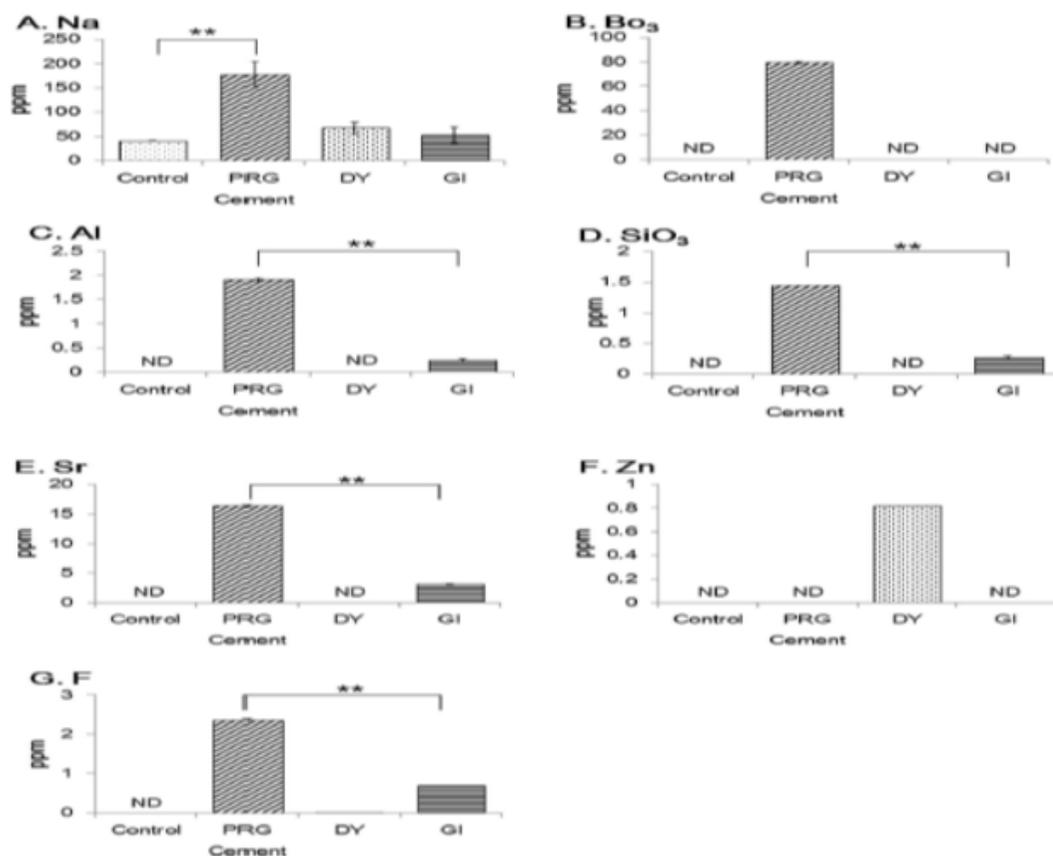
Aktivitas Antibakteri S-PRG

S-PRG diketahui melepaskan berbagai ion, termasuk F, Sr, Al, Si, dan B. Boron memiliki aktivitas antibakteri pada penyakit kulit dan periodontitis, serta menghambat *quorum sensing* bakteri dan jamur. Efek *filler* S-PRG dapat menghambat *quorum sensing* Streptococcus dalam pembentukan biofilm. Pada *P. gingivalis*, mekanisme S-PRG melibatkan kontrol garam dan

ion logam yang mengatur aktivitas enzim bakteri. *Gingipains* merupakan protease sistein utama *P. gingivalis* yang memerlukan ion logam untuk mencapai aktivitas enzim maksimum, sedangkan *gelatinase* dihambat oleh garam logam. Dengan demikian, S-PRG dapat mempengaruhi aktivitas enzim dengan memodulasi konsentrasi garam dan ion-ion logam.¹⁰

Sifat bio-aktif bahan *filler* S-PRG yang diteliti dan dikembangkan saat ini diharapkan dapat menginduksi “*super dentin*”, yang lebih tahan terhadap asam dan basa daripada *natural dentin*. Efek antibakteri sebagai salah satu sifat bioaktif. Imazato melaporkan efek antibakteri dari monomer *methacryloxydodecyl pyridinium bromide*. Aktivitas antibakteri S-PRG dapat diterapkan lebih lanjut untuk berbagai bahan restorasi gigi dan berperan dalam mencegah karies, periodontitis, dan penyakit mulut lainnya.^{8,10,11}

S-PRG telah menghambat bakteri kariogenik secara *in vitro*, dan aktivitas antiplak *in vivo*. S-PRG melepaskan biofilm matang yang terganggu, serta menghambat pembentukan biofilm. Aktivitas enzim dan koagregasi bakteri periodontopatik ditekan



Gambar 4. Ion-ion yang dilepaskan dari ekstrak bahan pulp capping (Na, BO₃, Al, SiO₃, Sr, dan Zn yang dilepaskan, dianalisis secara induksi dengan cara plasma-atom emisi spektroskopi dan ion F oleh elektroda selektif ion fluoride. Konsentrasi seluruh ion, kecuali Zn lebih tinggi pada ekstrak PRG cement daripada ekstrak bahan lainnya. Zn terdeteksi hanya pada ekstrak DY. (DY = Dycal; GI = Fuji Tipe II glass-ionomer cement; ND = no detected; PRG = pre-reacted glass-ionomer)¹⁷

Tabel 2. Efek antibakterial S-PRG⁸

Para Peneliti	Target	Metode ASSAY	Tujuan	Hasil
Nishio dkk	Plak gigi	<i>Scanning Electron Microscopy (SEM)</i>	Pembentukan plak	Pembentukan plak sedikit
	<i>S. oralis</i>	SEM, <i>labeled bacterial count</i>	Perlekatan plak	Tidak ada perbedaan
Honda dkk	Plak gigi	SEM	Pembentukan plak	Pembentukan plak sedikit
	Saliva	EDS	Substansi permukaan biofilm	Pembentukan lapisan anti-bakterial
Hirose dkk	Streptococci	SEM	Perlekatan bakteri	Perlekatan <i>S. sanguinis</i> sedikit
	Albumin	<i>I-labeled albumin</i>	Adsorpsi albumin	Adsorpsi albumin lebih banyak
Tarnoto dkk	Plak gigi	SEM	Pembentukan plak	Pembentukan plak sedikit
		EDS	Substansi permukaan biofilm	Al, Si, dan Sr terdapat pada lapisan tipis
Han dkk	<i>P. acnes, A. israeli, E. faecalis</i>	Metode difusi agar	Pemeriksaan antibakterial	Efek antibakterial
Daneshmehr dkk	<i>S. mutans</i>	SEM	Pembentukan biofilm	Pembentukan biofilm sedikit
Yoshida dkk	Plak gigi	SEM	Pembentukan plak	Pembentukan sedikit plak
	<i>S. sanguinis, S. salivarius, S. oralis</i>	<i>H-labeled bacterial count</i>	Perlekatan plak	Tidak ada perbedaan
Idono dkk	Plak gigi	SEM	Pembentukan plak	Pembentukan plak sedikit
	<i>S. oralis</i>	SEM	Perlekatan plak	Perlekatan sedikit
Saku dkk	<i>S. oralis</i>	Perhitungan koloni	Pemeriksaan antibakterial	Tidak ada perbedaan
	<i>S. mutans</i>	SEM, <i>H-labeled bacterial count</i>	Perlekatan bakteri	Tidak ada perbedaan
Tamura dkk	<i>S. mutans</i>	Perhitungan koloni	Pemeriksaan antibakterial	Tidak ada perbedaan
	<i>S. sanguis</i> dan <i>S. oralis</i>	Pemeriksaan kurva pertumbuhan bakteri	Pertumbuhan bakteri terhambat	Pertumbuhan bakteri terhambat
Kimyai dkk	<i>S. mutans</i>	SEM, perhitungan bakteri	Perlekatan bakteri	Perlekatan bakteri lebih sedikit
Ma dkk	<i>S. mutans</i>	Elektrode pH	Perubahan pH	Penurunan pH sedikit
	<i>S. mutans</i>	<i>Safranin-based micoplate assay</i>	Perlekatan bakteri	Perlekatan bakteri sedikit
Yoneda dkk	<i>P. gingivalis</i>	BAPNA, gelatin film assay	Aktivitas enzim	Aktivitas enzim sedikit
	<i>P. gingivalis</i> dan <i>F. nucleatum</i>	ASSAY koagregasi	Koagregasi bakteri	Koagregasi sedikit
Hotta dkk	<i>S. mutans</i>	SEM, <i>labeled bacterial count</i>	Perlekatan bakteri	Perlekatan bakteri sedikit
	<i>S. sanguinis</i>	SEM, <i>H-labeled bacterial count</i>	Perlekatan bakteri	Tidak ada perbedaan
Kuramochi dkk	Saliva	Pemeriksaan bakteri pada biofilm <i>polymicrobial</i>	Pembentukan biofilm	Pembentukan biofilm sedikit
Hahnel dkk	<i>S. mutans</i>	MTT-based <i>microplate</i> ASSAY	Pembentukan biofilm	Pembentukan biofilm sedikit
	Saliva	Pemeriksaan koloni	Pemeriksaan antibakterial	Bakteri yang bertahan sedikit
Suzuki dkk	Saliva	<i>Safranin-based micoplate</i> ASSAY	Pembentukan biofilm dan disrupsi	Pembentukan biofilm sedikit dan efek disrupsi biofilm
	Oral malodor (halitosis)	ASSAY halimeter	Produksi VSCs	Produksi <i>Volatile Sulfur Compounds (VSCs)</i> sedikit

oleh S-PRG eluate. Sealer yang mengandung S-PRG menekan bakteri endodontik. Pembilasan oral dengan S-PRG berhasil menghilangkan bakteri dan mengurangi *oral malodor*. Berbagai efek antibakteri dirangkum dalam Tabel 2.^{8,11,18}

SIMPULAN

Bahan *filler* S-PRG dapat digunakan sebagai alternatif bahan restorasi gigi anak yang secara aktif mencegah karies gigi. Teknologi S-PRG tidak hanya memberikan manfaat kekuatan mekanik dari material komposit, tetapi juga melepaskan beberapa ion, yaitu natrium, silikat, aluminium, fluorida, borat, dan strontium yang dapat menghasilkan berbagai fungsi biologis, seperti *fluoride release* dan *recharge*, efek antiplak, modulasi pH, estetis, transmisi cahaya, difusi dan sifat fluoresensi mirip dengan gigi asli, serta memiliki *radiopacity* dan stabilitas warna. Aplikasi *filler* S-PRG dapat menghambat pembentukan biofilm, dapat meningkatkan efek remineralisasi pada gigi permanen muda, memiliki aktivitas antibakteri, dan menghambat *quorum sensing* bakteri.

DAFTAR PUSTAKA

- Committee O, Council R. Guideline on pediatric restorative dentistry. *Pediatr Dent*. 2012;34(6):173–80.
- Innes NPT, Evans DJP. Managing caries in primary teeth. *BDJ Team*. 2014;1:14118.
- Al-Dlaigan, H Y. Pediatric Dentists“Choices of Restorative Materials for Primary Molars.” *Pakistan Oral Dent J Vol*. 2015;35(1):83.
- Wakamatsu N, Ogika M, Okano T, Murabayashi C, Kondo T, Iinuma M. Effect of tooth surface coating material containing S-PRG filler on white spot lesions of young permanent teeth. *Pediatr Dent J*. 2017;7–12.
- Paula ABP, Fernandes AR, Coelho AS, Marto CM, Ferreira MM, Caramelo F, et al. Therapies for White Spot Lesions—A Systematic Review. *J Evid Based Dent Pract*. 2017;17(1):23–38.
- Chole D, Lokhande P, Shashank K, Bakle S, Devagirkar A, Dhore P. Comparative Evaluation of the Fluoride Release and Recharge through Four Different Types of Pit and Fissure Sealants : An In Vitro Study. *Int J Adv Heal Sci*. 2015;2(6):2–7.
- Dhoot R, Bhondwe S, Mahajan V, Lonare S, Rana K. Advances in Glass Ionomer Cement (GIC): A Review. *IOSR J Dent Med Sci*. 2016;15(11):2279–861.
- Nao Suzuki MY. Antibacterial Effect of Surface Pre-Reacted Glass Ionomer Filler and Eluate—Mini Review. *Pharm Anal Acta*. 2015;6(3):3–7.
- Saira Wajid Najma Hajira N, Meena N. Giomer-The Intelligent Particle (New Generation Glass Ionomer Cement). *Int J Dent Oral Heal Int J Dent Oral Heal*. 2015;2(4).
- Suzuki M, Yamada A, Saito K, Hino R, Sugawara Y, Ono M, et al. Application of a tooth-surface coating material containing pre-reacted glass-ionomer fillers for caries prevention. *Pediatr Dent J*. 2015;25(3):72–8.
- Miki S, Kitagawa H, Kitagawa R, Kiba W, Hayashi M, Imazato S. Antibacterial activity of resin composites containing surface pre-reacted glass-ionomer (S-PRG) filler. *Dent Mater*. 2016;32(9):1095–102.
- Nakamura K, Abe S, Minamikawa H, Yawaka Y. Effect of fluoride-releasing fissure sealants on enamel demineralization. *Pediatr Dent J*. 2017;27(1):56–64.
- Arafa A. Synergetic remineralization effectiveness of calcium, phosphate and fluoride based systems in primary teeth. *Pediatr Dent J*. 2017;27(1):65–71.
- Chau NPT, Pandit S, Cai JN, Lee MH, Jeon JG. Relationship between fluoride release rate and anti-cariogenic biofilm activity of glass ionomer cements. *Dent Mater*. 2015;31(4):e100–8.
- Simmons JO, Meyers EJ, Lien W, Banfield RL, Roberts HW, Vandewalle KS. Effect of surface treatments on the mechanical properties and antimicrobial activity of desiccated glass ionomers. *Dent Mater*. 2016;32(11):1343–51.
- Jyothi K, Annapurna S, Kumar AS, Venugopal P, Jayashankara C. Clinical evaluation of giomer-and resin-modified glass ionomer cement in class V noncarious cervical lesions: An in vivo study. *J Conserv Dent*. 2011;14(4):409–13.
- Fujita M, Mikuni-Takagaki Y, Komori R, Okubo K, Yasuda M, Kimoto S. Effects of pre-reacted glass-ionomer cement on the viability and odontogenic differentiation of human dental pulp cells derived from deciduous teeth. *Pediatr Dent J*. 2016;26(2):74–82.
- Suzuki N, Yoneda M, Haruna K, Masuo Y, Nishihara T, Nakanishi K, et al. Effects of S-PRG eluate on oral biofilm and oral malodor. *Arch Oral Biol*. 2014;59(4):407–13.
- Lin NJ. Biofilm over teeth and restorations: What do we need to know? *Dent Mater*. 2017;33(6):667–80.
- Ratna AA, Triaminingsih S, Eriwati YK. The effect of prolonged immersion of giomer bulk-fill composite resin on the pH value of artificial saliva and resin surface roughness. *J Phys Conf Ser*. 2017;884(1).
- Iwamatsu-Kobayashi Y, Abe S, Fujieda Y, Orimoto A, Kanehira M, Handa K, et al. Metal ions from S-PRG filler have the potential to prevent periodontal disease. *Clin Exp Dent*

- Res. 2017;3(4):126–33.
22. Hashimura T, Yamada A, Iwamoto T, Arakaki M, Saito K, Fukumoto S. Application of a tooth-surface coating material to teeth with discolored crowns. *Pediatr Dent J.* 2013;23(1):44–50.
 23. Tian F, Yap AUJ, Wang X, Gao X. Effect of staining solutions on color of pre-reacted glass-ionomer containing composites. *Dent Mater J.* 2012;31(3):384–8.
 24. Sujlana A, Pannu PK. Direct pulp capping: A treatment option in primary teeth. *Pediatr Dent J.* 2017;27(1):1–7.