

# BAHAN BONDING DAN KAMFOROQUINON MAMPU MENINGKATKAN KEKERASAN RESIN KOMPOSIT SINAR-TAMPAK YANG MENGALAMI KEMAMPUAN MENGALIR

(ABILITY OF BONDING AGENT AND CHAMPHOROQUINONE TO INCREASE  
VISIBLE LIGHT COMPOSITE RESIN HARDNESS IN FLOW READILY)

Ekiyantini Widowati, Dwi Warna Aju Fatmawati

Departemen Kedokteran Gigi  
Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Jember  
Jl. Kalimantan I/ 37 Jember 68121- Jawa Timur

## Abstract

Bonding agent is a resin matrix that containing BIS-A-GMA without or with little filler. They bounded each other in enamel micromechanically in one side and chemically in the other side. Champhoroquinone is a photo-initiator of visible light composite resin (VLCR). It is light yellow fine powder form. Both of them help polymerization process of VLCR. The aim of the study was to know the ability of bonding agent and champhoroquinone to increase visible light composite resin hardness in flow readily. This study was laboratory experimental. The subjects were divided into 3 groups, they were champhoroquinone group (CPG), bonding group (BG), and control group (CG). Every group consisted of 24 specimens. VLCR paste was exposed under light of dental unit lamp for 2 minutes. After that, VLCR paste was added with bonding and champhoroquinone, and was mixed until homogen. Then, the mixed was taken into mould space (5 mm in diameter and 2 mm in thickness), was compressed and flatened, and was cured for 40 seconds. All samples were tested the hardness by Vickers Hardness Number (VHN). All data were analyzed by Kruskal Wallis Test and continued by Mann -Witney-U Test. The result showed that the mean of BG (56.96 VHN) was higher than CG (55.11 VHN) and CPG (51.19 VHN). The statistic test showed there was significant different between the group. In conclusion, the bonding agent can increase hardness of VLCR in flow readily and better than control and champhoroquinone group.

**Key words:** bonding agent, champhoroquinone, visible light composite resin

## PENDAHULUAN

Komposit mengacu pada kombinasi sekurang-kurangnya dua bahan kimia dengan satu komponen pemisah yang nyata di antara keduanya. Bila konstruksi tepat, kombinasi ini memberikan kekuatan yang tidak dapat diperoleh bila hanya digunakan satu komponen saja. Bahan restorasi komposit adalah suatu bahan matriks resin yang didalamnya ditambahkan pasi anorganik sehingga dapat meningkatkan sifat-sifat matriksnya. Resin ini berbahan molekul *BIS-GMA*, yang merupakan monomer dimetakrilat yang disintesis oleh reaksi antara bisphenol-A dan glisidil metakrilat. Kedalamnya ditambahkan monomer yang lebih *volatile* seperti trietilen glikol dimetakrilat (*TEGDMA*) atau kadang-kadang metil metakrilat yang berfungsi sebagai pelarut. Resin komposit berisi pasi anorganik seperti

*quartz, glass dan silica* yang dilapisi oleh *organo-silane* agar terjadi bonding antara resin dan pasinya.<sup>1</sup>

Monomer komposit dimetakrilat dapat mengeras melalui mekanisme tambahan yang diawali oleh radikal bebas. Radikal bebas ini dapat diperoleh melalui aktivasi kimia atau energi dari luar (panas dan penyinaran).<sup>1</sup> Di pasaran resin komposit aktivasi sinar-tampak (RKST) terdiri atas satu pasta dalam wadah sempit. Pembentuk radikal bebas terdiri atas molekul fotoinisiator ( $\alpha$ -diketon/kamforoquinon) dan aktivator *amine*. Kedua komponen ini akan bereaksi apabila disinari dengan panjang gelombang 460-480 nm.<sup>2</sup> Reaksi inisiasi RKST yang mengalami polimerisasi kira-kira 75%, sedang sisa ikatan rangkap karbon (C=C) dalam monomer yang tidak bereaksi/berikatan kira-kira 25%, walaupun reaksi polimerisasi tersebut berlangsung selama 24 jam. Selanjutnya sisa ikatan C=C RKST yang tidak

mengalami polimerisasi sulit berikatan dan berpolimerisasi lagi.<sup>3</sup>

Menurut Craig dan Ward, pasta RKST yang terbuka pada saat pengaplikasian dalam kavitas dan terpapar sinar lampu dental unit lebih dari 90 detik, akan menyebabkan permukaan pasta resin komposit tersebut kehilangan kemampuan mengalir (*flow readily*) pada kavitas gigi, sehingga menjadi lebih sulit aplikasinya. Kenyataan yang terjadi dalam ruang praktek adalah tidak mungkin menghindarkan RKST tidak terpapar sinar lampu dental unit terutama dengan kemasan pasta yang bukan sekali pakai.<sup>3,4,5</sup>

Kamforoquinon (*CQ*) merupakan bahan foto inisiator yang terkandung dalam pasta RKST, berupa serbuk halus dan berwarna kuning muda.<sup>6</sup> Sedangkan, bonding digunakan bersama komposit untuk meningkatkan ikatan mekanis yang cukup pada enamel dan dentin.<sup>4</sup> Bonding mengandung bahan matriks resin *BIS-GMA* tanpa atau hanya sedikit bahan pengisi yang diaktivasi dengan sinar-tampak. Bahan bonding dikembangkan untuk meningkatkan kemampuan membasahi email yang teretsa dengan tujuan untuk membentuk *resin tags* yang maksimal sehingga dapat meningkatkan ikatan mekanis.<sup>5</sup>

Berdasarkan uraian tersebut di atas, pasta RKST yang mengalami kehilangan kemampuan mengalir akibat dimungkinkan terjadi polimerisasi awal saat terpapar sinar lampu, diasumsikan ada *CQ* yang hilang dan tidak aktif lagi. Juga kenyataan yang terjadi selama proses penumpatan adalah tidak mungkin menghindarkan RKST tidak terpapar sinar lampu dental unit terutama dengan kemasan pasta yang bukan sekali pakai. Oleh karena itu, untuk mengembalikan kondisi pasta RKST tersebut perlu penambahan suatu bahan supaya menjadi plastis lagi.<sup>6</sup> Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan bahan bonding dan kamforoquinon terhadap kekerasan RKST yang mengalami *flow readily*. Setelah mengetahui pengaruh penambahan bahan tersebut maka dapat diketahui kemampuan dan keefektifan bahan bonding maupun *CQ* dalam mengembalikan kondisi pasta RKST yang mengalami *flow readily*, sehingga diharapkan hasil penelitian ini dapat menjadi acuan pemilihan bahan saat melakukan penumpatan dengan RKST.

## BAHAN DAN METODE

Jenis penelitian ini adalah eksperimental laboratoris dengan rancangan penelitian *post test only controlled group design*. Banyaknya sampel 72 yang dibagi menjadi 3 kelompok yaitu kelompok kamforoquinon (*CQ*), kelompok bonding (*BD*), dan kelompok kontrol (*K*). Pembuatan sampel meng-

gunakan cincin/ring plastik *syringe* insulin yang berdiameter 5 mm, tebal 2 mm dengan berat 30,5 mg. Pasta resin komposit (*TE-Econom' vivadent*) jenis *hybrid* ditimbang dalam satu ring plastik (=134 mg), berarti berat pasta resin kompositnya saja 103,5 mg (134-30,5 mg). Ukuran berat pasta ini berlaku untuk semua kelompok sampel.

Semua alat dan bahan dipersiapkan di dalam ruangan ber-AC dan sedikit cahaya. Serbuk kamforoquinon (*Aldrich*) ditimbang sebanyak 1,35 mg, yang didapat dari rerata berat sampel 103,5 mg dikalikan 1,3 % b/b. Larutan etanol sebagai bahan pelarut kamforoquinon diambil menggunakan mikropipet sebanyak 1,39  $\mu$ l [ $1,35 \times 103,5 : 100 = 1,39 \mu$ l]. Selanjutnya, serbuk kamforoquinon dilarutkan dengan etanol. Hal ini untuk menghomogenkan pencampuran antara larutan kamforoquinon dengan pasta resin komposit.<sup>6</sup>

Pasta resin komposit dikeluarkan dari kemasan tube sebanyak 103,5 mg menggunakan *plastic filling instrument* diletakkan diatas *paper pad* dan dipaparkan dibawah lampu dental unit selama 2 menit (120 detik). Pasta tersebut kemudian diberi larutan kamforoquinon sebanyak 1,39  $\mu$ l menggunakan mikropipet, kemudian diaduk dengan *agate spatle* selama 1 menit sampai homogen dan konsistensi plastis, kemudian pasta dimasukkan ke dalam cetakan sampel/spesimen (ring plastik sudah melekat pada lubang plat kuningan yang dasarnya telah diberi pita seluloid). Kemudian atasnya ditutup dengan pita seluloid lagi dan ditekan dengan penutup plat kuningan seberat 200 gr, hal ini untuk memadatkan dan meratakan pasta dalam ring plastik, kemudian plat kuningan dibuka dan sampel *di-cure* selama 40 detik dengan jarak sumber sinar menempel pada pita seluloid dan tegak lurus permukaan sampel. Selanjutnya spesimen diberi kode *CQ*.

Pada kelompok bonding, bonding ditetaskan pada *sponge* kecil kemudian diuleskan satu kali pada pasta resin komposit. Diaduk selama 1 menit diatas *paper pad* sampai homogen menggunakan *agate spatula*, kemudian pasta dimasukkan ke dalam cetakan sampel. Prosedur selanjutnya sama seperti perlakuan pada kelompok kamforoquinon. spesimen diberi kode *BD*.

Pada kelompok kontrol, pasta resin komposit tidak diberi bahan/perlakuan apapun, setelah pasta dipadatkan dan diratakan pasta langsung *di-cure* selama 40 detik dan spesimen diberi kode *K*.

Spesimen resin komposit dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi aquades steril dan disesuaikan dengan nama kode kelompoknya. Tabung reaksi tersebut disimpan dalam inkubator dengan suhu 37°C. Selanjutnya dilakukan uji kekerasan

menggunakan alat *Vickers Hardness*. Pada alat *Vickers Hardness* terdapat mata uji berupa diamond berbentuk prisma. Jejas yang ditimbulkan berbentuk jajaran genjang. Hasil rerata pengukuran didapat dari kedua garis diagonal cekungan yang ditimbulkan pada permukaan sampel. Data hasil penelitian dilakukan uji statistik *Kruskal Wallis* dan *Mann Whitney U*.

## HASIL

Kelompok BD mempunyai nilai rerata kekerasan tertinggi yaitu 56,96 VHN dibanding kelompok CQ dan kelompok K, sedangkan kelompok CQ mempunyai nilai rerata kekerasan yang paling rendah yaitu 51,19 VHN (Tabel 1).

Tabel 1. Nilai rerata dan simpangan baku kekerasan (VHN) RKST

Sampel	Kekerasan RKST		
	n	rerata	SD
CQ	24	51,19	1,429
BD	24	56,96	1,037
K	24	55,11	0,813

Berdasarkan uji *Kruskal-Wallis* menunjukkan bahwa nilai  $p < 0,05$ , berarti terdapat perbedaan yang bermakna antar semua kelompok perlakuan (Tabel 2).

Tabel 2. Hasil uji *Kruskal-Wallis*

Kelompok	n	Mean rank	p
CQ	24	12,75	0,000
BD	24	58,08	
K	24	38,67	

Tabel 3 menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok CQ dengan BD, antara kelompok CQ dengan K, maupun antara kelompok BD dengan K.

Tabel 3. Hasil uji Mann-Whitney U

Kelompok	CQ	BD	K
CQ	-	*	*
BD	*	-	*
K	*	*	-

## PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara deskriptif nilai rerata kekerasan kelompok BD paling tinggi dan secara statistik terdapat perbedaan yang bermakna antar semua kelompok, hal ini dikarenakan bahan bonding mengandung bahan matriks re-

sin tanpa atau sedikit bahan pengisi yang membantu meningkatkan ikatan mekanis resin komposit. Viskositasnya yang kental memudahkan bercampur pada saat diaduk dengan pasta resin komposit, dan saling menyatu melalui ikatan kimia. Menurut Craig dan Powers, perlekatan yang optimal dari bonding membutuhkan permukaan yang bersih sehingga bonding dapat membasahi substrat dengan baik, sudut kontak kecil dan menyebar pada permukaan.<sup>5</sup>

Rendahnya nilai rerata kekerasan pada kelompok CQ diasumsikan bahwa larutan CQ yang ditambahkan pada pasta RKST dimungkinkan masih banyak mengandung air, hal ini menyebabkan CQ kurang mampu mengembalikan kondisi RKST yang awalnya sudah mengalami *flow readily*. Selain itu energi yang terserap RKST terbatas dipermukaan saja sehingga hanya mampu mengeksitasi kamforoquinon sebagian saja dan menghasilkan polimerisasi tingkat rendah dengan ikatan rantai pendek-pendek serta berat molekulnya rendah.<sup>6</sup>

Juga diasumsikan rendahnya nilai kekerasan pada kelompok CQ karena jumlah sisa ikatan C=Cnya tinggi. Hal ini disebabkan saat terjadi polimerisasi dini akibat paparan lampu dental unit resin komposit telah mengalami *dead polymer*, yang selanjutnya *dead polymer* ini sulit/tidak mampu untuk berikatan lagi. *Dead polymer* resin komposit hanya terjadi pada bagian permukaan pasta resin komposit yang terkena lampu dental unit saja, sehingga ketika CQ ditambahkan dan diaduk dengan pasta resin komposit maka *dead polymer* akan tersebar pada seluruh hasil campuran, sehingga saat dilakukan kuring, hanya monomer yang tidak terhalang *dead polymer* dan terkena kuring secara langsung yang dapat berpolimerisasi, sedangkan monomer yang terhalang oleh *dead polymer* dan tidak terkena kuring tidak mengalami polimerisasi. Akibat dari menyebarnya *dead polymer* maka semakin banyak monomer yang tidak terpolimerisasi, dengan demikian semakin banyak jumlah sisa ikatan C=C. Hal ini akan berpengaruh terhadap salah satu sifat mekanik bahan yaitu kekerasannya menurun.<sup>6,7,8</sup>

Dalam sistem polimer, semakin panjang rantai polimer semakin meningkat juga derajat polimerisasinya (DP), dengan demikian berat molekulnya juga meningkat. Kenaikan berat molekul ini diikuti juga perubahan sifat mekanik, salah satunya yaitu kekerasannya meningkat.<sup>7,8</sup> Menurut Swartz dkk.<sup>9</sup> derajat polimerisasi dapat ditentukan dengan melakukan pengukuran dari jumlah sisa ikatan C=C yang tidak terpolimerisasi di dalam RKST yang telah mengeras.

Tinggi rendahnya jumlah sisa ikatan C=C yang tidak berpolimerisasi berpengaruh terhadap sifat mekanik, fisik dan kimia restorasi resin, dan dikatakan

bahwa jumlah sisa ikatan rangkap karbon ini bervariasi antara 23-43%.<sup>7</sup> Menurut O'Brien<sup>8</sup>, Asmusen<sup>10</sup>, persentase pemecahan ikatan C=C RKST menunjukkan 50-60% terpolimerisasi dan ada 40-50% molekul monomer yang tertinggal dan tidak terpolimerisasi dalam resin. Menurut peneliti lain bahwa RKST yang mengalami polimerisasi 44-75% dan yang tidak terpolimerisasi 25-56%.<sup>2</sup>

Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa penambahan bahan *bonding* mampu meningkatkan nilai kekerasan lebih baik dibanding kelompok kamforoquinon dan kontrol pada resin komposit sinar-tampak yang mengalami kemampuan mengalir.

#### Daftar pustaka

1. Callister WD. Materials science and engineering: An Introduction. New York: John Wiley & Sons, Inc, 2007: 557-63.
2. Devlin H. Operative Dentistry: A practical guide to recent innovations. Germany: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2006: 51-64.
3. Anusavice KJ. Science of Dental Materials. 10<sup>th</sup> ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 2003: 274-299.
4. Brandt CW, Luis FJS, Elisabete F, Lourenço CS, Mário AC, Sinhoreti. Effect of different photo-initiators and light curing units on degree of conversion of composites. Braz Oral Res 2010; 24 (3): 263-70.
5. Craig RG, Powers JM. Restorative dental materials. 11<sup>th</sup> ed. St.Louis: The CV Mosby Company, 2002: 232-51.
6. Fatmawati DWA. Variasi lama terpapar resin komposit sinar-tampak dengan penambahan 0,17% b/b kamforoquinon terhadap kekerasan dan jumlah ikatan rangkap karbon (C=C). Tesis. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada. 2005.
7. Shalaby WS, Ulrich S. Polymer for dental and orthopedic applications. New York: CRC Press, 2007: 15-16, 37, 220-31.
8. O'Brien WJ. Dental materials and their selection. 3<sup>rd</sup> ed. Chicago: Quintessence Publishing Co. Inc, 2002: 113-20.
9. Filipov IA, Stoyan BV. Residual monomer in a composite resin after light-curing with different sources, light intensities and spectra of radiation. Braz Dent J 2006;17(1): 34-38.
10. Turssi CP, Benedito de MP, Mônica CS. Wear of dental resin composites: insights into underlying processes and assessment methods-A review. Biomedical Materials Research. 2003; 65B (2): 280-85.