

Pengaruh ketebalan bahan dan lamanya waktu penyinaran terhadap kekerasan permukaan resin komposit sinar

(Effects of materials thickness and length of light exposure on the surface hardness light-cured composite resins)

Annette Alexandra Susanto

Mahasiswa PPDGS

Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga

Surabaya - Indonesia

ABSTRACT

Light-cured resin composite is one of the most commonly used molding materials due to its easy-to-mold characteristic. Nevertheless, care must be taken while treating this material, especially with respect to material thickness and how long it is exposed to light. Failure to treat the material with these optimal parameters will result in undesired hardness. To determine the most favorable value of these two parameters, an experiment was done with 3 different material thicknesses, and 3 different exposure times. After the sample of the resin composite was removed from its molding, it was stored under humid condition for 24 hours. Afterwards hardness test was done on the sample using Micro Vickers Hardness tester from this experiment, the significant difference in hardness was obtained and the maximum hardness was evaluated from the resin composite sample with 2 mm thickness and 60 seconds light exposure.

Key words: light-cured, resin composite, treatments, hardness

Korespondensi (correspondence): Annette Alexandra Susanto, Mahasiswa PPDGS, Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga. Jln. Mayjen. Prof. Dr. Moestopo No. 47 Surabaya 60132, Indonesia.

PENDAHULUAN

Bahan restorasi yang baik dan yang dapat mengembalikan estetik merupakan kebutuhan masyarakat dewasa ini. Resin komposit sinar memiliki berbagai macam keuntungan seperti sifat yang baik dalam hal pemakaian, memiliki resistensi yang baik terhadap keadaan kelas IV, mempunyai daya absorpsi air yang rendah, melekat dengan mudah pada permukaan gigi, warna yang mudah disesuaikan karena translusensi cahaya yang rendah, dan mudah dimanipulasi. Proses pengerasan resin komposit memerlukan alat *visible light cure (VLC)* atau sinar tampak.¹ Keuntungan dari *VLC* adalah proses pengerasan yang cepat, dalam, dan dapat diandalkan. Dalam waktu 40 detik setiap periode dengan ketebalan bahan minimal 2,5–3 mm dan maksimal 4,5 mm, dapat dipastikan bahan akan mengeras, meskipun melalui lapisan enamel bagian labial atau lingual, stabilitas warna yang dihasilkan sangat sesuai.¹ Bahan tumpatan sinar menunjukkan warna yang lebih stabil dibandingkan sistem *self-cured* (pengerasan secara kimiawi), dan proses pengerasan atau polimerisasi yang terkontrol.² Namun secara klinis ditemukan kelemahan resin komposit yaitu *shrinkage* dan menurunnya kekerasan.

Komposisi resin komposit terdiri dari monomer dasar resin Bis-GMA atau Bowen's, monomer pengencer seperti *triethylene* atau *tetraethylene glycol dimethacrylate* untuk kemudahan mengalir, monomer pengisi yang bersifat penguat seperti *crystalline quartz*, *lithium aluminosilicate*,

barium aluminoborate silica glass, dan *fused silica*, bahan penggabung untuk mendapatkan ikatan adesif yang sangat stabil oleh bahan pengisi terhadap resin dapat meningkatkan kekuatan dan daya tahan dari komposit, bahan penghambat polimerisasi untuk membatasi terjadinya proses polimerisasi selama penyinaran, bahan pemula polimerisasi (*initiator*) dan yang terakhir adalah bahan pengaktif polimerisasi (*activator*).^{3,4}

Proses polimerisasi terjadi dalam tiga tahapan yaitu inisiasi dimana molekul besar terurai karena proses panas menjadi radikal bebas. Proses pembebasan tersebut menggunakan sinar tampak yang dimulai dengan panjang gelombang 460–485 nm. Tahap kedua adalah propagasi, pada tahap ini monomer yang diaktifkan akan saling berikatan sehingga tercapai polimer dengan jumlah monomer tertentu. Tahap terakhir adalah terminasi dimana rantai membentuk molekul yang stabil.

Sebagai salah satu bahan tumpatan sifat penting yang diperlukan adalah kekerasan permukaan. Untuk mengukur kekerasan tumpatan dapat dipergunakan beberapa alat seperti *brinell*, *knoop*, *rockwell*, dan *vickers*.^{3,5} Resin komposit dalam pemakaian sehari-hari di bidang kedokteran gigi sering dipertanyakan kemampuannya dalam menggantikan sifat kekerasan amalgam. Pada kenyataannya sering terjadi kegagalan pada kasus penempatan gigi geligi posterior, sehingga banyak penelitian dilakukan untuk mencari penyebabnya.⁶

Ada banyak cara yang dipakai untuk menanggulangi proses penyusutan dan meningkatkan kekerasan seperti:

menambah *bonding agent*, menambah lapisan daya tahan elastis, meningkatkan intensitas *light curing*, memakai teknik peletakan bahan resin komposit lapis demi lapis, menggunakan monomer *low-shrinking* dan memasukkan bahan *fluoride* pada monomer resin untuk mencegah terjadinya *marginal gaps* pada kavitas.⁷

Penyinaran bahan resin komposit sedikitnya adalah 30–40 detik.⁷ Hal ini diperlukan untuk mendapatkan polimerisasi yang maksimal. Walaupun proses penyinaran atau polimerisasi oleh VLC sepenuhnya dikontrol oleh operator yang dalam hal ini dokter gigi, teknik penyinaran seperti posisi dan arah sinar, intensitas sinar, ketebalan bahan restorasi, dan lamanya waktu penyinaran, sering kurang dipahami. Penyinaran yang kurang akan mengakibatkan mengerasnya lapisan luar saja dan menghasilkan lapisan yang tidak matang atau lunak pada bagian dasar.⁵ Hal inilah yang melatarbelakangi diadakannya penelitian tentang teknik penyinaran terhadap bahan resin komposit sinar.

Penyinaran yang tidak menyeluruh pada permukaan tumpatan resin komposit juga akan menyebabkan penyusutan, hal ini dihubungkan dengan berat molekuler dari monomer resin dan jumlah monomer yang berikatan menjadi polimer resin.⁸ Intensitas sinar juga perlu diperhatikan, untuk itu ujung alat sinar harus diletakkan sedekat mungkin dengan permukaan tumpatan (1 mm) tanpa menyentuhnya. Kekerasan bahan resin komposit juga ditentukan oleh ketebalan bahan.⁹ Idealnya resin komposit sinar diletakkan sebagai bahan restorasi sekitar 2–2,5 mm, dengan demikian sinar dapat menembus masuk sampai lapisan yang paling bawah.^{5,7}

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh ketebalan bahan dan lamanya waktu penyinaran terhadap kekerasan bahan resin komposit sinar untuk menjawab permasalahan diatas. Penelitian juga diharapkan dapat menambah pengetahuan tentang bahan restorasi estetik yang dalam hal ini bahan resin komposit sinar, untuk mengetahui hubungan antara ketebalan bahan dan lamanya penyinaran terhadap kekerasan resin komposit sinar, serta untuk meningkatkan mutu kekuatan dan kekerasan bahan tumpat tersebut

BAHAN DAN METODE

Jenis penelitian yang dilakukan adalah eksperimental laboratorik dan dilakukan di Laboratorium Uji Material Ilmu Logam Fakultas Teknik Metalurgi, Universitas Indonesia. Populasi dari penelitian adalah seluruh merek bahan resin komposit sinar yang dijual di pasaran Indonesia. Setelah dilakukan pengundian secara random, maka hasil yang didapat adalah resin komposit dengan merek G.

Proses pembuatan sampel dilakukan di dalam ruangan tertutup ber-AC dengan suhu 25° C untuk menghindari sampel dari kotoran dan debu. Cetakan disiapkan dari cincin plastik yang bagian bawahnya diberi *celluloid strip*,

disiapkan dan dicetak di atas kaca (*glass plate*). Pasta resin komposit sinar dimasukkan ke dalam cetakan dengan menggunakan plastis instrumen dan kemudian dilakukan penyinaran.

Sampel terbagi dalam 3 kelompok, tiap kelompok terdiri dari 6 sampel, yaitu: kelompok I adalah sampel resin komposit sinar dengan tebal 2 mm yang disinari selama 20, 40, dan 60 detik. Kelompok II adalah sampel resin komposit sinar dengan tebal 3 mm yang disinari selama 20, 40, dan 60 detik. Kelompok III adalah sampel resin komposit sinar dengan tebal 4 mm yang disinari selama 20, 40, dan 60 detik.

Alat sinar diletakkan pada suatu standar dimana ujung alat sinar berjarak 1 mm dan tegak lurus terhadap permukaan sampel. Masing-masing sampel lalu disinari dan diberi tanda sesuai dengan kelompoknya. Seluruh sampel lalu dilepas dari cetakan dan direndam dalam *petri dish* yang berisi cairan NaCl. Cairan ini berfungsi untuk menjaga kelembaban sesuai dengan keadaan di dalam mulut. Setelah ditutup rapat, *petri dish* disimpan selama 24 jam dalam suhu 25° C.

Cara pengujian sampel dilakukan dengan cara sampel yang telah direndam dalam NaCl dilepas dari cetakan lalu sampel diampas terlebih dahulu, kemudian dibuatkan suatu lempeng berlubang dari akrilik sebagai tempat sampel sebelum diuji di meja obyek yang disebut *mounting*. *Mounting* tersebut dijepit dengan alat penjepit pada meja obyek alat *Micro Vickers Hardness Tester*. Selanjutnya sampel diatur supaya tepat di tengah lensa obyektif dan difokuskan dengan memutar pegangan untuk fokus searah dengan jarum jam.

Setelah dalam lensa okuler terlihat gambar dalam keadaan fokus sampel dipindah dengan menggeser pegangan penggeser ke arah kanan sehingga tepat berada di bawah *diamond penetrator*. Kemudian tombol *penetrator* ditekan, *diamond* akan turun dengan lampu hijau menyala sebagai tanda. Bila *diamond penetrator* telah menyentuh sampel, maka lampu merah akan menyala. Tigapuluh detik kemudian penetrator akan naik, setelah lampu merah dan hijau padam, sampel digeser ke tempat semula, dan difokuskan kembali. Hasil penetrasi akan menunjukkan gambaran belah ketupat pada lensa okuler, dimana panjang diagonalnya dapat diukur langsung dengan *micrometer* melalui lensa okuler.

Hasil pengukuran dua panjang diagonal tersebut kemudian diambil nilai rata-ratanya. Setelah didapat panjang diagonal, maka dapat dihitung nilai kekerasan dari permukaan sampel. Pada masing-masing sampel dilakukan 10 kali pengujian pada tempat yang berbeda, kemudian hasilnya dirata-rata. Data dianalisa dengan cara uji *Two-way ANOVA* dengan Replikasi dan gambaran deskriptif.

HASIL

Hasil penelitian secara laboratorik mengenai rerata dan standart deviasi (SD) kekerasan resin komposit sinar

dengan pengaruh tebal bahan terdiri dari 2 mm, 3 mm, dan 4 mm, sedangkan untuk kelompok lamanya waktu terdiri dari 20 detik, 40 detik dan 60 detik terlihat pada tabel 1.

Pengaruh perbedaan dari perlakuan tersebut diuji dengan perhitungan statistik *Two-way ANOVA* dengan Replikasi. Berdasarkan analisa *ANOVA* dengan membandingkan F_{tabel} dan F_{hitung} , maka didapat hasil F_{hitung} (271,7115805) lebih besar dari F_{tabel} (2,48444), menyatakan ada perbedaan yang bermakna antara tebal bahan dan lamanya waktu penyinaran terhadap kekerasan permukaan bahan resin komposit sinar. Uji *ANOVA* juga dapat dianalisis dengan melihat nilai probabilitas (*P-value*) dimana *P-value* hasil perhitungan dari komputer adalah 4,48888E-46 yang lebih kecil dari 0,05, maka ada interaksi antara tebal bahan dan lamanya waktu penyinaran.

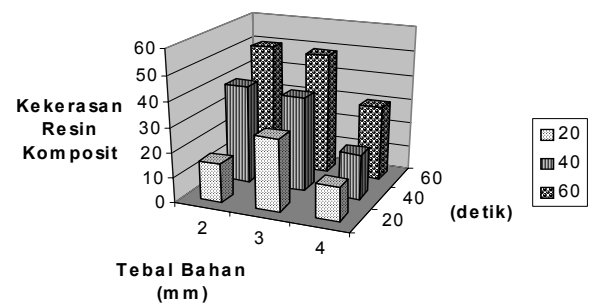
Pada analisa tebal bahan dengan membandingkan F_{tabel} dan F_{hitung} , maka didapat hasil F_{hitung} (2270,011053) lebih besar dari F_{tabel} (3,10930659). Dengan demikian kekerasan permukaan bahan resin komposit sinar dipengaruhi oleh ketebalan bahan. Dengan melihat nilai probabilitas (*P-value*), didapatkan hasil *P-value* hasil perhitungan dari komputer adalah 7,44308E-72 yang lebih kecil dari 0,05 sehingga rata-rata kekerasan permukaan bahan resin komposit sinar berdasarkan ketebalan bahan memang berbeda secara nyata.

Pada analisa lamanya waktu penyinaran dengan membandingkan F_{tabel} dan F_{hitung} , maka didapat hasil F_{hitung} (3501,465141) lebih besar dari F_{tabel} (3,10930659). Dengan demikian kekerasan permukaan bahan resin komposit sinar dipengaruhi oleh lamanya waktu penyinaran. Dengan melihat nilai probabilitas (*P-value*), didapatkan hasil *P-value* hasil perhitungan dari komputer adalah 2,2779E-79 yang lebih kecil dari 0,05, maka rata-rata kekerasan permukaan bahan resin komposit sinar berdasarkan lamanya waktu penyinaran memang berbeda.

Perbedaan kekerasan tersebut juga dapat dilihat pada gambaran deskriptif berdasarkan nilai rata-rata hasil pengujian dengan alat *Micro Vickers Hardness Tester*. Kekerasan meningkat seiring dengan semakin lamanya waktu penyinaran, sebaliknya kekerasan menurun seiring dengan semakin tebalnya bahan resin komposit sinar. Kekerasan maksimal pada kondisi tebal bahan 2 mm dan waktu penyinaran 60 detik.

Berdasarkan gambaran deskriptif tersebut, terlihat adanya penambahan tingkat kekerasan seiring dengan semakin lamanya waktu penyinaran (60 detik). Namun dari segi ketebalan bahan, penyinaran dengan tebal bahan 4 mm mempunyai nilai kekerasan yang lebih rendah

Perbedaan Kekerasan Komposit



Gambar 1. Hasil rata-rata uji kekerasan resin komposit sinar.

dibandingkan dengan tebal 2 mm dan 3 mm, walaupun pada penyinaran 20 detik antara ketebalan 2 mm dan 4 mm perbedaan nilai kekerasannya tidak terlalu bermakna. Pada setiap penambahan lama waktu penyinaran didapatkan peningkatan kekerasan, sebaliknya pada penambahan tebal bahan terjadi penurunan kekerasan resin komposit sinar. Kekerasan maksimal terjadi pada keadaan dengan tebal bahan 2 mm dan disinari selama 60 detik. Idealnya suatu bahan resin komposit diletakkan sebagai bahan restorasi sekitar 2–2,5 mm, dengan demikian proses polimerisasi dapat berlangsung dengan maksimal.^{5,7}

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah didapat, terlihat bahwa ada perbedaan yang bermakna antara ketebalan bahan dan lamanya waktu penyinaran terhadap kekerasan bahan resin komposit sinar. Dalam penelitian laboratorik ini diketahui bahwa ketebalan maksimal yang dapat dilakukan untuk mendapatkan kekerasan yang optimal adalah 3 mm. Kekerasan bahan dengan ketebalan bahan yang melebihi 3 mm akan menurun walaupun dilakukan penyinaran dalam waktu yang cukup lama. Dilihat dari segi penyinaran umumnya nilai kekerasan meningkat pada ketebalan 2 mm dan 3 mm dengan penyinaran 40–60 detik, tidak terjadi perbedaan yang cukup berarti, walaupun ada peningkatan kekerasan.

Beberapa hal penting yang dapat mempengaruhi hasil penelitian tersebut adalah intensitas sinar pada saat penyinaran yang rendah akan mempengaruhi nilai kekuatan dari sinar itu sendiri, hal ini berakibat langsung terhadap kekerasan bahan resin, dan menurunnya nilai intensitas sinar menyebabkan menurunnya nilai kekerasan

Tabel 1. Hasil rata-rata uji kekerasan permukaan resin komposit sinar pada kelompok tebal bahan dan lamanya penyinaran

	2 mm	3 mm	4 mm
20 detik	15.8655 ± 0.3915	28.9812 ± 0.4808	13.7877 ± 0.3124
40 detik	39.7794 ± 0.8558	37.7464 ± 0.6229	18.0982 ± 0.7397
60 detik	50.1087 ± 0.5868	49.060 ± 2.8368	30.2681 ± 0.451

bahan tumpat resin komposit sinar. Kedua adalah pengaruh kelembaban tangan operator di ujung instrumen pada saat meletakkan bahan resin komposit sinar ke dalam cetakan, hal ini menyebabkan polimerisasi tidak dapat berlangsung dengan baik dan nilai kekerasannya akan menurun.

Berdasarkan hasil data penelitian, kesimpulan yang dapat diambil adalah: ada pengaruh ketebalan bahan dan ada pengaruh lamanya waktu penyinaran resin komposit sinar terhadap kekerasan permukaan bahan; mutu kekerasan dan kekuatan bahan resin komposit sinar menurun seiring dengan semakin tebalnya bahan pada saat penumpatan jika tidak disertai dengan penambahan lamanya waktu penyinaran. Hal ini terjadi karena polimerisasi bahan tidak dapat berlangsung dengan baik. Berdasarkan data penelitian juga terlihat dengan jelas bahwa kekerasan maksimum didapatkan pada sampel resin komposit sinar dengan ketebalan 2 mm dan lama waktu penyinaran 60 detik. Secara umum lama waktu penyinaran sebaiknya dilakukan berkisar antara 40–60 detik, sedangkan ketebalan bahan tidak lebih dari 3 mm pada satu kali penyinaran.

Saran dari penelitian ini adalah: hindari kontak bahan-bahan yang mengandung vaselin atau sejenisnya terhadap bahan tumpat resin komposit sinar, karena hal ini akan mengakibatkan mudah terlepasnya tumpatan dari kavitas; penyinaran bahan tumpat resin komposit sinar secara lapis demi lapis dengan ketebalan bahan tidak lebih dari 3 mm

setiap lapisnya. Dengan demikian diharapkan polimerisasi oleh sinar dapat berlangsung secara menyeluruh; dan penambahan lamanya waktu penyinaran pada resin komposit sinar yang berwarna lebih gelap perlu dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Pollack BF, Blitzer M. Composite and microfill resins. *Dental Abstract* 1984; 29: 201–3.
2. Asmusen E. Factors affecting color stability of restorative resins. *Acta Odontol Scand* 1983; 41: 11–5, 22–7.
3. Combe EC. *Notes on dental materials*. 6th ed. London: Churchill Livingstone; 1992. p. 23, 45–7, 89–99, 105–14, 126–34, 153–66.
4. Smith BGN, Wright PS, Brown D. *The clinical handling of dental materials*. Bristol: Wright; 1980. p. 155–61.
5. Craig RG. Chemistry, composition, and properties of composite resin. *Dental Clinique of North AM*; 1993. p. 25, 219–33.
6. Eick JD, Robinson SJ, Byerley TJ, Chappelow CC. Adhesives and nonshrinking dental resins of the future. *Quintessence Int* 1993; 24: 632–40.
7. Bruce JC, Hewlett RR, Jo Y, Hobo H, Sumiya, Hornbrook D. *Contemporary esthetic dentistry practice fundamentals*. Tokyo: Quintessence; 1994. p. 60–99.
8. Lai JH, Johnson AE. Measuring polymerization shrinkage of photo-activated restorative materials by a water-filled dilatometer. *Dent Mater Journal* 1993; 9: 139–43.
9. Shortall AC, Harrington E, Wilson HJ. Light curing unit effectiveness assessed by dental radiometers. *J Dent* 1995; 23: 227–32.