

## PENGARUH INTENSITAS CAHAYA TERHADAP DERAJAT KONVERSI KOMPOSIT NANO PARTIKEL

Sri Fitriyani\*, Ellyza Herda\*\*, Agus Haryono\*\*\*

\*Staf Pengajar Ilmu Material Kedokteran Gigi Program Studi Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran Gigi  
Universitas Syiah Kuala

\*\*Staf Departemen Ilmu Material Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Indonesia

\*\*\*Staf LIPI Kimia Polimer Serpong

### Abstract

One of factors that could influence the degree of conversion of composite restorative material is light intensity. Many researchers have done investigation on the degree of conversion of hybrid, microfiller and microhybrid composite. However, there are still minimum researches on the influence of light intensity on the degree of conversion of nano particle composite which is one of the new universal composite that has been developed in dentistry. The used material was Supreme XT nano particle composite (3M ESPE German). Cylindrical specimens with 3 mm in diameter, 2 and 3 mm thickness were prepared. Specimens were cured by Light Emitting Diode (LED) with light intensity variation of 1120, 1040, 800, 560 and 480 mW/cm<sup>2</sup>, and then incubated for 24 hours at 37°C. Fourier Transform Infra Red (FTIR) was used to determine the degree of conversion. The data were analyzed statistically by using two-way anova and tukey post hoc test. Based on statistic result at  $\alpha = 0.05$  light intensity variation gave significant difference on the degree of conversion of nano particle composite. The highest degree of conversion was achieved with 800 mW/cm<sup>2</sup> light intensity, which is 89.67%. The 2 and 3 mm thickness gave no significant difference on the degree of conversion. This research shows that the variation of light intensity has significant influence towards the degree of conversion of nano particle composite.

Key words: Nano particle composite; degree of conversion; light intensity

### Pendahuluan

Salah satu material kedokteran gigi yang banyak digunakan sebagai material restoratif adalah resin komposit yang diaktivasi cahaya. Resin komposit yang diaktivasi cahaya mengandung fotoinisiator, sehingga untuk memulai proses polimerisasi diperlukan cahaya biru untuk mengaktifkan fotoinisiator tersebut. Sumber cahaya yang efisien untuk fotopolimerisasi merupakan hal yang sangat penting.<sup>1</sup> Sumber cahaya yang

digunakan sebaiknya memiliki intensitas dan panjang gelombang yang tepat untuk mengaktivasi fotoinisiator.<sup>2</sup> Intensitas cahaya yang tidak tepat dapat mengakibatkan polimerisasi yang dihasilkan tidak sempurna sehingga dapat menurunkan sifat fisik dan mekanik material<sup>3</sup> dan selanjutnya menurunkan performa klinis material restoratif komposit resin.<sup>4,5</sup>

Menurut Ferracane (1985)<sup>6</sup> tingkat polimerisasi dapat memberi efek terhadap kelarutan, stabilitas dimensi, perubahan warna, kekuatan dan

\*Alamat Korespondensi: Staf Pengajar Ilmu Material Kedokteran Gigi Program Studi Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Syiah Kuala

biokompatibilitas komposit resin. Efek lainnya yaitu penyerapan air yang terjadi pada resin komposit. Peningkatan penyerapan air pada matrik dipengaruhi oleh rendahnya monomer yang terkonversi menjadi polimer dan dikenal dengan istilah derajat konversi.<sup>7,8</sup> Derajat konversi berperan penting dalam menentukan suksesnya restorasi.<sup>6</sup> Komponen yang tidak habis bereaksi pada matriks dilepaskan dari restorasi ke lingkungan mulut. Pengelepasan monomer tersebut dapat menyebabkan iritasi jaringan lokal dan kemungkinan akibat lanjutnya dapat meningkatkan kebocoran mikro yang berlanjut dengan karies dan iritasi pada pulpa.<sup>9</sup>

Derajat konversi dipengaruhi oleh banyak faktor termasuk energi cahaya yang diberikan untuk reaksi aktivasi.<sup>10</sup> Intensitas cahaya yang tidak sesuai dapat menurunkan derajat konversi matriks komposit. Menurut Nomoto dkk (2004) intensitas sumber cahaya dapat menurun dengan waktu. Intensitas cahaya yang diberikan oleh sumber cahaya dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti tegangan yang fluktuatif, kondisi bola lampu dan filter, deposisi resin pada ujung alat (tip) serta rusaknya komponen elektrik dan fraktur pada serat optik di dalam unit<sup>1</sup>.

Intensitas cahaya optimum yang diterima untuk polimerisasi komposit resin dengan ketebalan 1,5 - 2 mm adalah antara 280 dan 300 mW/cm<sup>1</sup>. Kedalaman polimerisasi ini bergantung pada beberapa variabel meliputi ukuran partikel filer, warna resin, opasitas, intensitas sumber cahaya dan lama serta penyinaran. Menurut Yap dkk (2005)<sup>11</sup> dan Neo dkk (2005)<sup>12</sup> menyatakan bahwa ketebalan restorasi 2 mm memberikan polimerisasi yang maksimum dan menyeluruh. Hasil penelitian Rueggeberg dkk dalam Barghi dkk (1994)<sup>13</sup> menunjukkan bahwa terjadi penurunan intensitas cahaya yang diterima material seiring dengan meningkatnya ketebalan restorasi dengan sumber cahaya yang sama. Hasil penelitian tersebut memperlihatkan adanya penurunan derajat polimerisasi untuk ketebalan restorasi 2 mm dan 3 mm masing-masing sebesar 22 % dan 25 %. Pendapat yang sama juga dinyatakan oleh Aravamudhan dkk (2006)<sup>14</sup> bahwa nilai derajat konversi pada komposit mikrofil yang digunakan untuk restorasi posterior diperoleh lebih rendah untuk ketebalan 2 mm dan 3,5 mm<sup>14</sup>. Menurut Knobloch dkk (2004)<sup>15</sup> secara umum nilai rata-rata derajat konversi meningkat untuk beberapa jenis komposit yang berbeda, namun menurun secara signifikan untuk ketebalan 4 mm.

Akhir-akhir ini, bidang material kedokteran gigi berhasil mengembangkan suatu jenis komposit

terbaru yaitu material komposit nano partikel yang mengandung matriks kombinasi terbaru yang terdiri dari BisGMA (bisphenol A diglycidylether dimethacrylate), BisEMA (bisphenol A polyethylene glycol diether dimethacrylate), UDMA (urethane dimethacrylate) dan sedikit TEGDMA (tryethylene glycoldimethacrylate). Jenis filernya zirkonia/silika atau nanosilika<sup>16,17</sup>. Keuntungan komposit nano partikel ini diantaranya dapat memberikan kemampuan poles yang lebih tinggi dibandingkan dengan jenis komposit lainnya, permukaan akhir yang halus, memberikan sifat estetis yang baik serta kekuatan yang hampir sama dengan komposit hibrida sehingga dapat digunakan sebagai restorasi anterior dan posterior<sup>16</sup>. Telah banyak penelitian yang dilakukan untuk mengetahui besarnya derajat konversi pada jenis komposit hibrida, mikrofil, mikrohibrida untuk restorasi posterior dan lain-lain. Salah satunya adalah hasil penelitian Daronch dkk (2005) menunjukkan bahwa persentase derajat konversi untuk permukaan komposit hibrida dengan ketebalan restorasi komposit 2 mm diperoleh sebesar 45,8%<sup>5</sup> dan hasil penelitian lainnya oleh Gauthier dkk (2005) menyatakan bahwa persentase derajat konversi untuk komposit mikrofil sebesar ~ 90%<sup>18</sup>. Nilai derajat konversi untuk jenis komposit mikrohibrida diperoleh sebesar 78,9%<sup>15</sup>. Komposit nano partikel merupakan material komposit yang baru dikembangkan. Karena itu untuk saat ini belum banyak diketahui mengenai pengaruh intensitas cahaya terhadap derajat konversi pada komposit nano partikel dengan ketebalan yang berbeda. Untuk itu perlu dilakukan penelitian guna mengetahui pengaruh intensitas cahaya terhadap derajat konversi dengan ketebalan berbeda pada material untuk komposit nano partikel.

## Bahan dan Cara Kerja

Bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah komposit nano partikel Supreme XT<sup>TM</sup> (Produk 3M ESPE Jerman) untuk restorasi gigi posterior dengan warna komposit yang dipakai adalah A3B (Tabel 1).

Tabel 1. Komposisi Produk Komposit Posterior

Material	Matrik	Filer	Warna	Manufacturer
Supreme XT <sup>TM</sup>	BisGMA, BisEMA, UDMA, dan sedikit TEGDMA	Zirkonia/nanosilika (20 nm) dan clusternya Zr/Si 0,6-1,4 µm Aglomerat Zr/Si 5-20 nm Volume filer : 78,5 %	A3B	3M ESPE Jerman

Untuk pembuatan spesimen dipakai dua unit cetakan yang berbentuk silinder dengan ukuran diameter (d) = 3 mm dengan ketebalan (t) = 3 mm dan 2 mm. Pasta komposit ditimbang sebanyak 0,35 ± 0,01 g untuk cetakan berukuran d= 3 mm dan t= 2 mm serta 0,45 ± 0,01 g untuk cetakan yang berukuran d= 3 mm dan t = 3 mm<sup>19</sup>. Pasta komposit dimasukkan ke dalam cetakan dengan plastik spatula menggunakan teknik *bulk*, kemudian permukaan cetakan diratakan. Selanjutnya permukaan material komposit dilapisi dengan milar strip dan di atasnya diletakkan kaca slide mikroskop dan diberikan beban seberat 1 Kg selama 20 detik<sup>19</sup>. Untuk polimerisasi, komposit nano partikel disinari dengan Litex 692 LED *Curing light* dengan variasi intensitas cahaya 1120, 1040, 800, 560 dan 480 mW/cm<sup>2</sup> dengan lama penyinaran 20 detik. Untuk masing-masing ketebalan spesimen dan intensitas cahaya dibuat 3 spesimen sehingga total spesimen adalah 30. Setelah satu jam, spesimen dilepaskan dari cetakan. Spesimen dicuci dengan deterjen yang lembut dan dibilas dengan air<sup>20</sup>. Kemudian Spesimen dimasukkan ke dalam vial plastik dalam kondisi kering dan disimpan dalam sebuah inkubator pada suhu 37 ± 1°C selama 24 jam.

Alat uji yang digunakan untuk analisis derajat konversi adalah: *Fourier Transform Infrared* (FTIR) (IR Prestige 21, Shimadzu) dengan kondisi sebagai berikut: jumlah Scan: 45, resolusi: 4[1/cm] dan daerah bilangan gelombang yang dianalisis : 500-4000 [1/cm]. Hasil FTIR dianalisis kemudian derajat konversi (DK) dihitung dengan rumus:

$$DK\% = (1 - (C_{\text{alifatik}}/C_{\text{aromatik}})/(U_{\text{alifatik}}/U_{\text{aromatik}})) \times 100$$

Keterangan :

$C_{\text{alifatik}}$  : Puncak absorpsi pada 1638 cm<sup>-1</sup> setelah spesimen disinari

$C_{\text{aromatik}}$  : Puncak absorpsi pada 1608 cm<sup>-1</sup> setelah spesimen disinari

$U_{\text{alifatik}}$  : Puncak absorpsi pada 1638 cm<sup>-1</sup> sebelum spesimen disinari

$U_{\text{aromatik}}$  : Puncak absorpsi pada 1608 cm<sup>-1</sup> sebelum spesimen disinari

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan ANAVA dua arah yang dilanjutkan dengan *Tukey Post Hoc Test*.

### Hasil

Komposit dengan ketebalan 2 mm (Gambar 1) menghasilkan derajat konversi yang meningkat dari intensitas cahaya 1120 mW/cm<sup>2</sup> sampai dengan

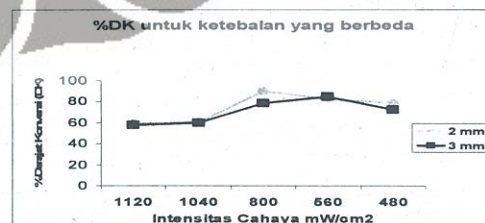
800 mW/cm<sup>2</sup> dan kemudian menurun pada intensitas 560 mW/cm<sup>2</sup> dan 480 mW/cm<sup>2</sup>. Peningkatan derajat konversi menjadi 60% pada intensitas cahaya 1040 mW/cm<sup>2</sup> tidak signifikan, namun derajat konversi meningkat secara signifikan pada intensitas cahaya 800 mW/cm<sup>2</sup> menjadi ~ 90 % dan dengan intensitas ini diperoleh nilai derajat konversi tertinggi. Penurunan yang tidak signifikan terjadi pada intensitas cahaya 560 mW/cm<sup>2</sup> dan 480 mW/cm<sup>2</sup> yaitu menjadi 75%-80%. Untuk komposit dengan ketebalan 3 mm menghasilkan derajat konversi yang meningkat dari intensitas cahaya 1120 mW/cm<sup>2</sup> sampai dengan 560 mW/cm<sup>2</sup> dan menurun pada intensitas cahaya 480 mW/cm<sup>2</sup>. Peningkatan derajat konversi menjadi 59,81 % pada intensitas cahaya 1040 mW/cm<sup>2</sup> tidak signifikan, namun derajat konversi meningkat secara signifikan pada intensitas cahaya 800 mW/cm<sup>2</sup> menjadi 78,77 %. Berdasarkan hasil uji statistik menggunakan ANAVA yang dilanjutkan dengan uji Tukey disimpulkan bahwa intensitas cahaya mempengaruhi nilai derajat konversi dengan puncak nilai derajat konversi tertinggi diperoleh pada intensitas cahaya 800 mW/cm<sup>2</sup>.

Nilai derajat konversi untuk komposit dengan ketebalan 2 mm dan 3 mm menunjukkan nilai yang tidak berbeda bermakna (Tabel 2 dan Gambar 1).

Tabel 2. Nilai rerata derajat konversi (% DK) komposit nano partikel Supreme XT<sup>TM</sup>.

Intensitas cahaya mW/cm <sup>2</sup>	Derajat Konversi (DK ± SD) % ketebalan 2 mm	Derajat konversi (DK ± SD)% ketebalan 3 mm
1120	59,43 ± 0,11	57,45 ± 0,28
1040	60,49 ± 0,49	59,81 ± 10,86
800	89,67 ± 3,91 **	78,77 ± 3,22 **
560	82,36 ± 5,59 **	84,73 ± 7,18 **
480	78,76 ± 6,79 **	72,37 ± 19,43 **

Keterangan : \*\*berbeda nyata



Gambar 1. Rata-rata dan simpangan baku derajat konversi komposit nano partikel untuk setiap intensitas cahaya dengan ketebalan yang berbeda

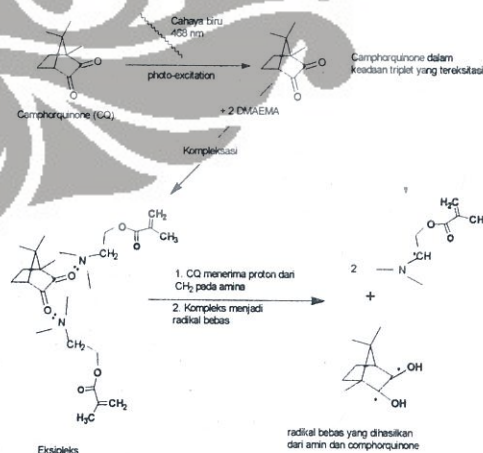
## Pembahasan

Pada hasil penelitian ini, derajat konversi maksimum diperoleh pada intensitas cahaya 800 mW/cm<sup>2</sup>. Sedangkan derajat konversi terendah diperoleh pada intensitas cahaya tinggi 1120 mW/cm<sup>2</sup> dan 1040 mW/cm<sup>2</sup>. Hasil penelitian ini berlawanan dengan pernyataan Discacciati dkk (2004)<sup>21</sup> yang menyatakan bahwa polimerisasi dengan intensitas tinggi akan menghasilkan derajat konversi yang tinggi. Hal ini dikarenakan dan intensitas cahaya tinggi mampu mengaktifkan radikal bebas lebih banyak sehingga monomer yang terkonversi juga lebih banyak<sup>21</sup>. Ada beberapa faktor yang diduga dapat mempengaruhi hasil tersebut. Faktor pertama, Intensitas cahaya 1120 mW/cm<sup>2</sup> dan 1040 mW/cm<sup>2</sup> merupakan intensitas tertinggi dari lima variasi intensitas cahaya yang digunakan pada penelitian ini. Intensitas cahaya yang tinggi sebanding dengan meningkatnya temperatur. Sebagian pernyataan tersebut ada benarnya. Namun, akibat banyaknya radikal bebas yang aktif dapat mempengaruhi viskositas sistem.<sup>22,23</sup> Viljanen dkk (2005)<sup>24</sup> menyatakan jumlah konsentrasi inisiator yang tinggi dapat menghambat reaksi polimerisasi dan menghasilkan derajat konversi lebih rendah. Viskositas sistem menyebabkan difusi dari radikal bebas menjadi terbatas. Sehingga banyak radikal bebas yang terperangkap dalam sistem dan reaksi selanjutnya tidak dapat dicapai.<sup>22</sup> Menurut Mussanje dkk (2006)<sup>25</sup> meningkatnya konsentrasi radikal bebas tidak menghasilkan derajat konversi yang meningkat. Hal ini timbul karena laju reaksi radikal bebas dengan ikatan rangkap bergantung pada efisiensi radikal bebas. Jika konsentrasi spesies radikal untuk menginisiasi cukup tinggi, hal ini akan saling menghancurkan karena adanya tabrakan antar radikal bebas sehingga polimerisasi tidak akan pernah dimulai.

Faktor kedua, adanya perbedaan indeks refraktif selama polimerisasi. Intensitas cahaya tinggi merubah nilai indeks refraktif material.<sup>26</sup> Pada hasil penelitian ini, polimerisasi menggunakan intensitas tinggi yaitu 1120 mW/cm<sup>2</sup> menyebabkan permukaan atas material komposit mengalami perubahan menjadi solid lebih cepat. Suatu material yang solid memiliki struktur atom yang lebih padat dan teratur dibandingkan material komposit yang lebih dalam. Hal ini menyebabkan indeks refraktif pada permukaan atas berbeda dengan material komposit yang lebih dalam. Chen dkk (2006)<sup>27</sup> menyatakan bahwa indeks refraktif resin dapat berubah dari indeks refraktif sebelum dan selama polimerisasi

yaitu 1,5 dan 1,53. Semakin tinggi indeks refraktif suatu material maka semakin sulit atau semakin lambat cahaya melewati material tersebut.<sup>26</sup>

Faktor ketiga, polimerisasi resin yang diaktivasi cahaya tidak hanya bergantung pada kuantitas cahaya tetapi juga dipengaruhi oleh kualitas cahaya seperti panjang gelombang.<sup>23</sup> Lie dkk (2005)<sup>28</sup> juga menyatakan bahwa salah satu strategi untuk menghasilkan polimerisasi yang efektif yaitu dengan menggunakan sumber cahaya yang memiliki panjang gelombang yang mendekati sama dengan fotoaktivatornya yaitu *camphorquinone* (CQ). Pada penelitian ini, sumber cahaya yang digunakan adalah unit LED. Berdasarkan literatur, LED memiliki panjang gelombang yang hampir sama dengan *camphorquinone*. Akibatnya cahaya yang diberikan mampu mengaktifkan fotoaktivator. Adapun proses penyerapan cahaya oleh CQ sebagai berikut: Cahaya yang diserap oleh CQ pada daerah biru menyebabkan transisi  $n \rightarrow \pi^*$  pada grup karbonil. Elektron yang tidak berikatan dapat dipromosikan ke orbital anti bonding  $\pi^*$ . Keadaan yang tereksitasi ini memiliki waktu hidup kira-kira 0,05 ms. Transisi  $n \rightarrow \pi^*$  yang tereksitasi berinteraksi dengan molekul amin dan membentuk eksiplex (keadaan tereksitasi dalam waktu hidup singkat). Dalam eksiplex ini, CQ menerima elektron dari amin dan pasangan ion radikal, memisahkan atom hidrogen dari amina tersier yang menghasilkan radikal utama. Radikal tersebut akan menyerang ikatan rangkap karbon pada monomer. Pembentuk radikal CQ dapat dihambat melalui reaksi terminasi.<sup>29</sup> *Camphorquinone* akan menyerap cahaya kembali setelah *camphorquinone* yang telah tereksitasi kembali ke keadaan semula (lihat Gambar 2).<sup>27</sup>



Gambar 2. Mekanisme pembentukan radikal bebas oleh *Camphorquinone* dan amine.

Chen dkk (2006)<sup>27</sup> menyatakan bahwa tidak semua cahaya yang diserap material dapat efektif saat menginduksi polimerisasi karena cahaya yang diserap pada saat proses pencahayaan dapat mengalami penurunan dan menurunkan laju polimerisasi. Hal ini sangat berhubungan dengan efisiensi suatu pencahayaan. Efisiensi pencahayaan didefinisikan secara luas sebagai jumlah foton yang dapat mengkonversi fotoaktivator (*camphorquinone*) atau dikenal dengan istilah *Quantum Yield* ( $\Phi$ ). Adapun persamaannya yaitu<sup>27</sup>:  $\Phi = \text{jumlah camphorquinone yang terkonversi} / \text{jumlah foton yang diserap} \times 100\%$ .

Berdasarkan hasil penelitian Chen dkk (2006)<sup>27</sup> dengan menggunakan sumber cahaya berupa lampu LED dilaporkan bahwa energi cahaya yang tinggi memberikan nilai  $\Phi$  yang diperoleh lebih rendah dimana 14 foton hanya mampu mengkonversi 1 molekul *camphorquinone*. Pada penelitian ini, jumlah foton dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut<sup>29</sup>:

1. Jumlah foton ( $N_f$ ) =  $I/E$

$$N_f = \text{Jumlah foton} / \text{s.cm}^2$$

$$I = \text{Intensitas cahaya (mW/cm}^2\text{)}$$

$$E = \text{Energi 1 foton pada cahaya}$$

2.  $E = hc/\lambda$

$$h = \text{Tetapan Plank (6,626} \times 10^{-34}\text{ Js)}$$

$$c = \text{Kecepatan cahaya (} 3 \times 10^8 \text{ m/s)}$$

$$\lambda = \text{Panjang gelombang (nm)}$$

$$E = 6,626 \times 10^{-34}\text{ Js} \times 3 \times 10^8 \text{ m/s} / 470 \times 10^{-9} \text{ m}$$

$$E = 4,226 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$N_f = (800 \text{ mJ/s.cm}^2) / 4,226 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$= 189,304 \times 10^{16} \text{ foton/s.cm}^2$$

$$= 1,893 \times 10^{18} \text{ foton/s.cm}^2$$

Jadi jumlah foton yang diperoleh selama penyinaran 20 s dengan luas permukaan ujung tip 0,5024 cm<sup>2</sup> adalah 19,02x10<sup>18</sup> foton. Berdasarkan hasil penelitian Chen diduga *camphorquinone* yang terkonversi pada penelitian ini sebanyak 1,36x10<sup>18</sup> untuk menghasilkan derajat konversi ~ 90 %.

Pada umumnya, sumber cahaya dengan intensitas tinggi telah direkomendasikan untuk mempolimerisasi komposit berdasarkan kedalaman dan sifat fisik komposit kedokteran gigi. Bagaimanapun juga, satu hal yang harus betul-betul dipertimbangkan yaitu kemungkinan efek negatif pada sumber cahaya berintensitas tinggi terhadap berkembangnya kontraksi stress<sup>31</sup>. Pada intensitas cahaya awal yang tinggi, komposit dengan sertamerta mengalami reaksi polimerisasi dan soolidikasi yang sangat cepat. Laju kontraksi pada komposit *light cure* paling tinggi selama reaksi polimerisasi awal 30-40 detik<sup>21</sup>. Intensitas tinggi dan

waktu penyinaran tidak mengurangi internal stress dan dapat berpengaruh negatif pada gigi. Material yang disinari dikonduksikan dengan jalan menurunkan internal stress dengan memberikan waktu untuk *flow* sebelum mencapai *gel point*. Caranya yaitu dengan melakukan *soft start polymerization*<sup>32,28</sup>. *Soft start polymerization* merupakan salah satu metode yang dikembangkan untuk menurunkan shrinkage stress dengan memberikan sifat *flow* saat *pre-gel*. Prinsip metode tersebut yaitu komposit memiliki sifat *flow* saat *pre-gel* dengan memberikan intensitas rendah pada awal *curing*. Ada dua teknik yang dikembangkan meliputi teknik *pulse delay cure*<sup>18</sup> dan teknik *step cure*<sup>32</sup>. Keduanya menggunakan intensitas rendah pada saat *pre cure* dan intensitas tinggi pada tahap *final cure*. Namun, keduanya juga terdapat perbedaan dimana teknik *pulse delay cure* memiliki penundaan waktu beberapa menit sebelum tahap *final cure* sedangkan *step cure* dengan sertamerta dilanjutkan ke tahap *final cure*. Sifat *flow* saat *pregel* diberikan oleh metode *soft start cure* dikarenakan struktur yang diperoleh memiliki struktur linier lebih banyak dan beberapa struktur ikatan silang<sup>32</sup>.

Hasil penelitian yang ditunjukkan pada Gambar 2 memperlihatkan bahwa derajat konversi pada ketebalan 2 mm dan 3 mm dengan variasi intensitas 1120, 1040, 800, 560, 480 mW/cm<sup>2</sup> tidak signifikan. Berdasarkan literatur, ketebalan dapat menurunkan intensitas cahaya sehingga derajat konversi yang dihasilkan juga menurun sehingga ketebalan yang direkomendasikan hanya 2 mm<sup>3</sup>. Musanje dkk (2006) menyatakan bahwa ketebalan 2 mm secara inkremental menggunakan energi minimum sebesar 280 mW/cm<sup>2</sup> untuk material komposit yang mengandung filler<sup>25</sup>. Hal itu dikarenakan pada ketebalan tersebut memberikan polimerisasi yang merata dan efek biokompatibilitas yang tinggi. Semakin merata polimerisasi yang dihasilkan, kemungkinan jumlah monomer sisa yang dihasilkan lebih sedikit. Namun, rekomendasi tersebut tidak berlaku untuk semua material seperti pada produk Surefil karena polimerisasi dapat dicapai sampai ketebalan 5 mm. Begitu juga dari hasil penelitian ini, material komposit nano partikel (Supreme XT<sup>TM</sup>) yang dipolimerisasi menggunakan LED, polimerisasinya dapat mencapai ketebalan 2-3 mm. Hal ini diduga karena ukuran partikel komposit dalam skala nano yang membentuk seperti komposit hibrida (nanoaglomerat dan nanocluster) menyebabkan intensitas cahaya yang diberikan dapat berpenetrasi dengan baik. Variasi ukuran partikel tersebut menyebabkan koefisien transmisi lebih tinggi. Pendapat ini didukung oleh Koupis dkk

(2006) bahwa komposit resin hibrida memiliki koefisien transmisi cahaya lebih tinggi dibandingkan komposit resin mikrofil. Hal ini diperoleh dari pemencaran cahaya pada material komposit yang teraktivasi oleh cahaya yang mana bergantung pada ukuran partikel jumlah dan jenis partikel filler<sup>33</sup>. Artinya, jumlah cahaya yang masuk akan berbeda untuk material yang berbeda.

### Kesimpulan dan Saran

Ada pengaruh dari intensitas cahaya yang berbeda terhadap derajat konversi pada komposit nano partikel. Untuk ketebalan material restoratif 2 mm dan 3 mm tidak ada pengaruh yang berbeda bermakna terhadap derajat konversi pada komposit nano partikel. Untuk mendapatkan derajat konversi maksimum, Dokter gigi dapat menggunakan sumber cahaya LED untuk mempolimerisasi komposit nano partikel dengan intensitas cahaya 800 mW/cm<sup>2</sup> untuk lama penyinaran 20 detik.

Komposit nano partikel kedokteran gigi dapat digunakan untuk restorasi dengan ketebalan 2 mm dan 3 mm menggunakan teknik bulk. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui apakah dengan nilai derajat konversi ~90% pada komposit nano partikel kedokteran gigi pada intensitas cahaya 800 mW/cm<sup>2</sup> selama 20 detik dapat memberikan biokompatibilitas yang baik, *shrinkage* yang rendah dan sifat mekanik, fisik serta kimia yang baik.

### Ucapan Terimakasih

Kepada PT. 3M Indonesia, Anna Retno Hapsari, drg, Sunyoto, drg, Reza Darmakusuma, ST, dan Mbak Erni, saya ucapkan terimakasih atas kerjasamanya yang baik untuk bantuan bahan dan informasi yang telah diberikan kepada saya selama ini.

### Daftar Acuan

1. Nomoto R, McCabe JF, Hirano S, Comparison Of Halogen, Plasma and LED Curing Units, *Operative Dentistry* 2004 ; 29-3, 287-294.
2. Scott BA, Felix CA, Price RBT, Effect Of Disposable Infection Control Barriers On Light Output From Dental Curing Lights, *Journal of The Canadian Dental Association* 2004 ; Vol. 70, No. 2.
3. D'Souza NL, Characterization Of Novel Proprietary Posterior Composite Materials, Thesis 2000.
4. Yoon TH, Lee K, Lim BS, Kim W, Degree of Polymerization of Resin Composite by Different Light Sources, *Journal of Oral Rehabilitation* 2002; 29: 1165-1173.
5. Daronch M, Rueggeberg FA, Goes MFD. Monomer Conversion of Pre-heated Composite. *J Dent Res.* 2005; 84(7): 663-667.
6. Ferracane JL, Correlation Between Hardness and Degree of Conversion During The Setting Reaction of Unfilled Dental Restorative Resin, *Dental Materials* 1985; 1 :11.
7. Lohbauer U, Rahiotis C, Kramer N, Petschelt A, Eliades G, The Effect of Different Light-Curing Units on Fatigue Behaviour and Degree of Conversion of A Resin Composite, *Dental Materials* 2005 ; 21: 608-615.
8. Ferracane JL, Elution of Leachable Components from Composite, *Journal of Oral Rehabilitation* 1994; 21 :441
9. Inoue K, Hayashi I, Residual Monomer (BisGMA) of Composite Resins, *Journal of Oral Rehabilitation* 1982; 9: 493.
10. Nazanin, Effect of Light Power Density Variation on Dental Light-cure Resin Composite. Thesis, 2001.
11. Yap AUJ, Soh MS, Curing Efficacy of a New Generation High-power LED Lamp. *Dental Materials.* 2005; 30-6: 758-763.
12. Neo BJ, Soh MS, Teo JW, Yap AUJ. Effectiveness of Composite Cure Associated with Different Light-Curing Regimes. *Operative Dentistry.* 2005; 30-6 : 671-5.
13. Barghi N, Berry T, Hatton C. Evaluating Intensity Output of Curing Lights In Private Dental Offices. *JADA.* 1994; Vol. 125 : 992-6.
14. Aravamudan K, Rakowski D, Fan PL. Variation of Depth of Cure and Intensity with Distance Using LED Curing Lights. *Dental Materials.* 2006; 22 : 988-994.
15. Knolbloch LA, Kerby RE, Clelland N, Lee J. Hardness and Degree of Conversion of Posterior Packable Composites. *Operative Dentistry.* 2004; 29-6: 642-649.
16. Garcia AH, Lozano MAM, Vila JC, Escribano AB, Galve PF. Composite resin. A Review Of The Materials And Clinical Indications. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2006 ; 11: E215 - 220.
17. Mitra SB, Wu D, Holmes BN. An Application of Nanotechnology in Advanced. *JADA.* 2003; vol 134: 1382-1390.

18. Gauthier MA, Stangel I, Ellis TH, Zhu XX. Oxygen Inhibition in Dental Resins. *J Dent Res*. 2005; 84(8): 725-9.
19. Palin WM, Fleming GJP, Burke FJT, Marquis PM, Randall RC. The influence of Short and Medium-term Water Immersion on The Hydrolytic Stability of Novel Low-shrink Dental Composite. *Dental Materials*. 2005; 21: 852-863.
20. Preparation of Specimen in Composite Based Resin. Spesifikasi ADA 24. 1977.
21. Discacciati JAC, Neves AD, Orefice RL, Pimenta FJGS, Sander HH. Effect of Light Intensity and Irradiation Time on The Polymerization Process of A Dental Composite resin. *Mat. Res*. 2004; Vol.7 : No. 2.
22. Obici AC, Sinhoreti MAC, Frollini E, Sobrinho LC and Consani S. Degree of Conversion of Z250 Composite Determined by Fourier Transform Infrared Spectroscopy: Comparison of Technique, Storage Periods and Photo-activation Methods, *Materials Research* 2004 ; 4(7).
23. Lovell LG, Newman SM, Bowman CN. The Effect of Light Intensity, Temperature, and Comonomer Composition on The Polymerization Behavior of Dimethacrylate Dental Resins. *J Dent Res*. 1999; 78(8): 1469-1476.
24. Viljanen EK, Lassila LVJ, Skrifvars M, Vallittu PK. Degree of Conversion and Flexural Properties of A Dendrimer/ Methyl Methacrylate Copolymer: Design of Experiments and Statistical Screening. *Dental Materials* 2005; 21 : 172-7.
25. Musanje L, Darvell BW. Curing-light Attenuation in Filled-resin Restorative Materials. *Dental Materials*. 2006; 22 : 804-817.
26. Refractive Index. [www.answer.com](http://www.answer.com). Ditelusuri Tanggal 11 Desember 2006.
27. Chen Y, Ferracane JL, Pahl SA. Quantum Yield of Conversion of The Dental Photoinitiator Camphorquinone. *Dental Materials*. 2006.
28. Lie N, Felten K, Trixner K, Hickel R, Kunzelman KH. Shrinkage Behaviour of Resin-based Composite Irradiated With Modern Curing Units. *Dental Materials* 2005; 21: 483-489.
29. Antonucci JM, Dickens SH, Fowler BO, Xu HHK, McDonough WG. Chemistry of Silanes: Interface in Dental Polymers and Composites. *J. Res. Natl. Inst. Stand. Technol*. 2005; Vol. 110, No. 5: 541-558.
30. Anusavice KJ. Philips's Science of Dental Materials 12<sup>th</sup> Ed. St Louis: WB Saunders Co. 2003: 410-411.
31. Calheiros FC, Braga RR, Kawano Y, Ballester RY. Relationship Between Contraction Stress and Degree Conversion in Restorative Composites. *Dental Materials* 2004; 20: 939-946.
32. Kournetas N. Impact of Artificial Ageing Process on The Wear Resistance of Dental Materials. Dissertation. 2005.12-13.
33. Palin WM, Fleming GJP, Burke FJT, Marquis PM, Randall RC. The influence of Short and Medium-term Water Immersion on The Hydrolytic Stability of Novel Low-shrink Dental Composite. *Dental Materials*. 2005; 21: 852-863.