

NASKAH PUBLIKASI

**PERBEDAAN GAMBARAN MIKROSKOPIS PERLEKATAN RESIN
KOMPOSIT NANOSISAL 60%, RESIN KOMPOSIT NASOSISAL 60%
DITAMBAH *COUPLING AGENT*, DAN RESIN KOMPOSIT
NANOFILLER PADA EMAIL DAN DENTIN**

*The Difference in Microscopic Overview of Attachment Nanosisal Composite Resin 60%,
Nanosisal Composite Resin 60% plus Coupling Agent, and Nanofiller Composite Resin on
Email and Dentin*

Aulia Rahmasari¹, Dwi Aji Nugroho²

Program Studi Pendidikan Dokter Gigi

1. Mahasiswa Program Studi Pendidikan Dokter Gigi, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Staf Pengajar Departemen Dental Material Kedokteran Gigi, Program Studi Pendidikan Dokter Gigi Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

ABSTRACT

Background: Composite resin is a restoration material consist of three major components such as matrix resin, coupling agents, and fillers. Inorganic fillers that commonly used have the disadvantages which are non-degradable, non-renewable, and are highly dependent on fossil fuels. Natural fibers can be used as a substitute for fillers in composite resin. One that can be used is sisal fiber (*Agave sisalana*).

Objective: This study aimed to determine the difference of attachment to email and dentin between nanosisal composite resin 60%, nanosisal composite resin 60% with coupling agent, and nanofiller composite resin.

Methods: This type of research is laboratory experimental and descriptive. Sisal fiber is converted into nano-sized sisal, labeled as nanosisal. Nanosisal mixed with Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, Champhorquinone and Bisphenol A diglycidyl ether (DGEBA) as coupling agent. Nanofiller composite resin (Z350 XT 3M ESPE) as a control. The samples were divided into three groups and each group consist three samples. Nanosisal composite resin 60% as group A, nanosisal composite resin 60% with coupling agent as group B, and nanofiller composite resin as group C. Nine extracted premolar teeth were prepared for class V (G. V. Black classifications) and then filled with three ingredients, each material for three teeth. The samples were tested using a Scanning Electron Microscope (SEM). One Way Anova test were used for data analyzed.

Result: Nanosisal composite resin 60% has an average attachment is $7.783\mu\text{m}$, nanosisal composite resin 60% with coupling agents is $6.693\mu\text{m}$, and nanofiller composite resin is $8.407\mu\text{m}$. There were significant differences in data analysis ($p = 0,027$; $p < 0,05$).

Conclusion: *The result showed that nanosisal composite resin 60% with coupling agent has greater attachment to email and dentin than nanosisal composite resin 60% and nanofiller composite resin.*

Keywords: *nanosisal, composite resin, attachment to email and dentin, nanofiller, SE*

INTISARI

Latar belakang : Resin komposit adalah bahan restorasi yang terdiri dari tiga komponen utama yaitu, matriks resin, *coupling agent*, dan *fillers*. *Filler* anorganik yang biasa digunakan mempunyai kelemahan berupa sifat *non-degradable*, tidak bisa diperbarui, dan sangat tergantung pada bahan bakar fosil. Serat alam dapat digunakan sebagai pengganti *filler* dalam resin komposit. Salah satu yang dapat digunakan adalah serat sisal (*Agave sisalana*).

Tujuan Penelitian : Mengetahui perbedaan perlekatan pada email dan dentin antara resin komposit nanosisal 60%, resin komposit nanosisal 60% ditambah *coupling agent* dan resin komposit *nanofiller*.

Metode penelitian : Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimental laboratoris dan deskriptif. Serat sisal diubah menjadi sisal berukuran nano, disebut sebagai nanosisal. Nanosisal dicampur dengan Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, *Champhorquinone* dan Bisphenol diglycidyl ether (DGEBA) sebagai *coupling agent*. Resin komposit *nanofiller* (Z350 XT 3M ESPE) sebagai kontrol. Sampel dibagi menjadi tiga kelompok dan masing-masing kelompok terdiri dari 3 sampel. Resin komposit nanosisal 60% sebagai kelompok A, resin komposit nanosisal 60% ditambah *coupling agent* sebagai kelompok B, dan resin komposit *nanofiller* sebagai kelompok C. Sembilan Gigi premolar yang sudah diekstraksi dipreparasi tumpatan kelas V G.V. Black lalu ditumpat menggunakan 3 bahan tersebut. Sampel diuji menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM). Uji *One Way Anova* digunakan untuk menganalisis data.

Hasil : Resin komposit nanosisal 60% memiliki perlekatan rata-rata 7,783 μ m, resin komposit 60% nanosisal dengan *coupling agent* 6,693 μ m, dan resin komposit *nanofiller* 8,407 μ m. Terdapat perbedaan yang signifikan dalam analisis data ($p = 0,027$; $p < 0,05$).

Kesimpulan : Hasil penelitian menunjukkan bahwa resin komposit nanosisal 60% dengan *coupling agent* memiliki perlekatan pada email dan dentin yang lebih baik dibandingkan dengan resin komposit nanosisal 60% dan resin komposit *nanofiller*.

Kata kunci : nanosisal, resin komposit, perlekatan pada email dan dentin, *nanofiller*, SEM.

PENDAHULUAN

Resin komposit berkembang sebagai bahan restorasi yang mempunyai sifat tidak mudah larut, estetik, tidak mahal, dan relatif mudah untuk dimanipulasi. Resin komposit telah digunakan untuk tumpatan gigi anterior maupun oklusal gigi posterior.¹ Resin komposit terdiri dari 3 bagian yaitu, matriks, *filler* (bahan pengisi) anorganik dan *coupling agent*. *Coupling agent* yang ada didalam partikel *filler* akan membuat ikatan yang baik antara matriks dan *filler*.² Tipe, konsentrasi, ukuran partikel, dan ukuran *filler* yang digunakan dalam material

komposit adalah faktor utama sebagai kontrol sifat resin komposit.

Filler yang biasa digunakan dalam kedokteran gigi adalah kuarsa, silika, dan banyak tipe dari material *glass*, termasuk *aluminosilicates* dan lainnya.³ Material *glass* pada resin komposit mempunyai beberapa kekurangan. Produksi material *glass* merupakan proses energi yang sangat bergantung pada bahan minyak bumi. Polutan yang dihasilkan dari produksi material *glass* sangat tinggi, sehingga memiliki dampak tidak baik bagi kesehatan

dan lingkungan. Oleh karena itu, sekarang mulai diupayakan penggunaan resin komposit serat alam sebagai pengganti material *glass*.⁴

Penggunaan serat alam di bidang Kedokteran Gigi saat ini masih jarang. Serat alam atau *cellulose nanofiber* (CNF) bisa didapatkan dari berbagai macam tanaman, seperti eceng gondok, jerami, rumput, gandum, bambu, daun nanas dan alga. Serat daun nanas atau sisal dan serat jerami merupakan sumber serat alam yang baik karena murah, melimpah, dan mempunyai kandungan selulosa yang tinggi (60-70%).⁵ Sisal merupakan salah satu serat alam yang dapat dibudidayakan dan mempunyai kekuatan yang lebih baik dibanding serat lainnya, serta tahan terhadap kadar garam tinggi. Brazil merupakan penghasil sisal terbesar di dunia, di Indonesia tanaman ini banyak tumbuh di Pulau Madura dan Pulau Jawa bagian Selatan. Produksi serat sisal di Indonesia mencapai 500 ton/tahun. Serat sisal dihasilkan dari proses pemisahan daun/batang tanaman sisal (*Agave sisalana*).⁶ Penelitian ini akan menggunakan serat alam berupa sisal (*Agave sisalana*) berukuran nano digunakan sebagai *filler* resin komposit. Serat sisal yang diperoleh dilakukan alkalisasi terlebih dahulu dengan menggunakan NaOH. Setelah itu, sisal dibuat dalam ukuran nano melalui tiga tahap proses, yaitu *scouring*, *bleaching* dan ultrasonifikasi, sehingga diperoleh nanosisal/*cellulose whiskers*.⁷

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratoris murni dan dilaksanakan di ruang Skills Lab Program Studi Kedokteran Gigi UMY, Laboratorium Mikrobiologi UMY, dan Laboratorium Pusat Penelitian Terpadu (LPPT) Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Jenis sampel yang digunakan pada penelitian ini

adalah resin komposit nanosisal 60%, resin komposit nanosisal 60% ditambah *coupling agent* dan resin komposit *nanofiller*. Sampel gigi premolar akan dipotong hingga berukuran (1 cm x 1 cm x 1 cm).³

1. Pembuatan Nanosisal

Langkah pertama serat sisal dipotong sampai berukuran kecil dengan menggunakan gunting tajam untuk mempermudah penimbangan dengan ukuran helaian 5cm. Langkah pertama yang dilakukan adalah *scouring sebanyak* 3 kali, yaitu larutan NaOH sebanyak 15 gram dilarutkan dalam 250 ml air pada suhu 80°C bersama dengan serat didalam baker *glass* dan diaduk dengan *magnetic stirrer* selama 2 jam untuk membersihkan dari kandungan selain selulosa dalam serat sisal. Kemudian serat dicuci sebanyak 4 kali pembilasan menggunakan aquades hingga pH netral, lalu dikeringkan menggunakan *hair dryer* dan disimpan.

Langkah kedua, serat dilakukan *bleaching* sebanyak 3 kali. NaOH sebanyak 2,5 gram dilarutkan dalam 50 ml aquades dan ditambahkan larutan larutan H₂O₂ 50% sebanyak 25 ml dimasukkan ke labu takar kemudian dikocok dan ditambahkan aquades hingga campuran larutan mencapai 250 ml. *Bleaching* dilakukan pada suhu 80°C selama 2 jam diaduk menggunakan *magnetic stirrer* lalu serat disaring dan dicuci dengan aquades dan dikeringkan menggunakan *hair dryer*, proses tersebut diulang sebanyak 4 kali.

Langkah ketiga, serat kering dihaluskan menggunakan *grinder*. Hidrolisis asam pada serat halus dengan 65 wt% *sulphuric acid* pada suhu 50°C selama 50 menit sambil diaduk dengan *magnetic stirrer*. Suspensi kemudian diencerkan menggunakan balok es agar reaksi terhenti. Setelah itu dilakukan pencucian berturut-turut menggunakan

centrifuge pada suhu 10°C dengan kecepatan 5000rpm selama 30 menit. Kemudian dilakukan dialysis pada aquades agar asam bebas pada dispersi menghilang. Pada tahap sonifikasi, dispersi *nano-whisker* yang sempurna akan didapatkan. Dispersi disaring menggunakan kertas saring nomor 1 agar sisa agregat hilang, kemudian serat dikeringkan menggunakan *freeze drier* sehingga didapatkan nanosisal dalam bentuk semi padat.

2. Persiapan Sampel

Sampel yang akan digunakan pada penelitian ini adalah gigi premolar

bebas karies dengan preparasi kavitas kelas V G. V. Black. Preparasi kavitas berbentuk ginjal dengan kedalaman kurang lebih 1mm (sampai mengenai dentin) menggunakan *round diamond* bur. Setelah mencapai dentin dilakukan menggunakan *fissure diamond* bur yang berujung datar, lalu dasar kavitas dihaluskan menggunakan *inverted diamond* bur. Terakhir kavitas dioleskan cavity cleanser dengan *tip applicator*. Kemudian gigi yang telah dipreparasi akan dibagi menjadi 3 kelompok dan setiap kelompok terdiri dari 3 gigi.



Gambar 1. Gigi premolar

3. Pembuatan Sampel

Nanosisal semi padat ditimbang dengan timbangan digital seberat 0,003 gram (60%) sebagai kelompok A dan 0,003 gram (60% + *coupling agent*) sebagai kelompok B. Kemudian nanosisal kelompok A dan kelompok B dimasukkan ke dalam *magnetic stirrer* dan dicampur dengan 0,5 gram Bis-GMA, 0,02 ml TEGDMA, 0,02 gram UDMA, 0,09 gram *champorquinone*, dan untuk kelompok B ditambahkan bahan tambahan berupa *coupling agent* sehingga diperoleh adonan nanosisal komposit. Kelompok C resin komposit *nanofiller* akan digunakan sebagai pembanding.

Resin komposit nanosisal 60%, nanosisal 60% ditambah *coupling agent*

dan *nanofiller* tersebut diaplikasikan pada kavitas yang telah dipreparasi. Gigi yang telah dipreparasi, dibersihkan dan dioles bahan etsa (asam fosfat 37%) sebanyak 1 kali dengan *microbrush*, dan didiamkan selama 15 detik, setelah itu dibilas menggunakan *three-way syringe* selama 20 detik dan diangin-anginkan dengan menggunakan *three-way syringe* pada jarak 2 mm dari permukaan gigi dan jangan sampai terlalu kering (*moist*). Bahan bonding dioleskan pada permukaan yang telah dietsa sebanyak 1 kali oles selama 10 detik dengan *microbrush*, setelah itu diangin-anginkan, kemudian disinari menggunakan *visible light cure* pada jarak 2 mm dari permukaan selama 20 detik. Gigi premolar ditumpat dan disinari dengan

visible light cure selama 40 detik dengan jarak selapis pita seluloid. Setiap sampel akan dipotong menggunakan bur *disc*

pada daerah kavitas yang telah diberi resin komposit hingga berukuran (1cm x 1cm)³.



Gambar 2. Champorquinon



Gambar 3. Nanosisal



Gambar 4. UDMA



Gambar 5. Bis-GMA



Gambar 6. TEGDMA



Gambar 7. bisphenol A diglycidyl ether



Gambar 8. Etsa



Gambar 9. Z350 XT



Gambar 10. Bonding



Gambar 11. Light Cure LED



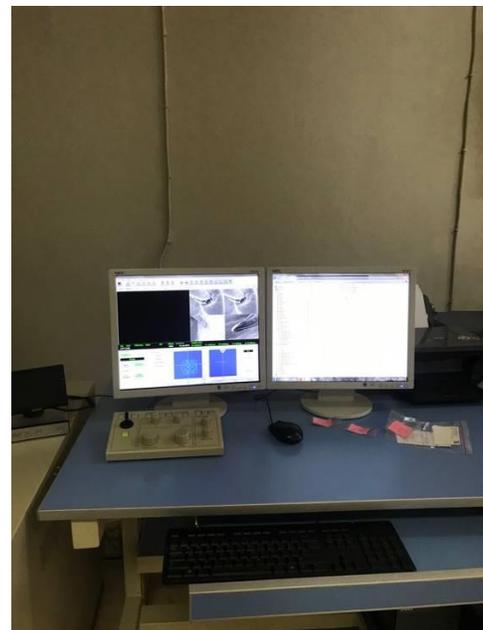
Gambar 12. Pencampuran bahan

4. Uji *Scanning Electron Microscope* merupakan alat untuk melihat tekstur permukaan suatu substansi secara mikroskopis, pada penelitian ini SEM digunakan untuk menganalisa

struktur perlekatan masing – masing kelompok sampel terhadap email dan dentin. Spesimen dibuat sesuai dengan bentuk kubus dengan panjang tiap sisi kurang dari 1 cm.



Gambar 13. *Scanning Electron Microscope*



Gambar 14. Pengambilan gambar perbesaran

HASIL

Berikut ini tabel hasil dari uji kekuatan tekan dari masing-masing sampel:

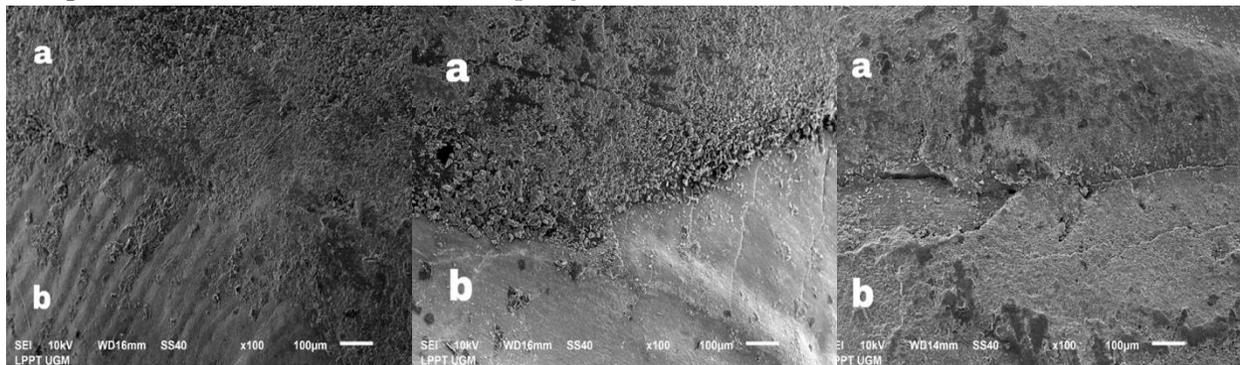
Tabel I. Rerata Jarak Perlekatan Pada Gambaran Mikroskopis Resin Komposit Nanosisal 60%, Resin Komposit Nanosisal 60% ditambah Coupling Agent dan Resin Komposit Nanofiller dalam Satuan mikrometer.

Jarak Perlekatan (μm)			
	Komposit Nanosisal 60% (Kelompok A)	Komposit Nanosisal 60% + <i>Coupling Agent</i> (Kelompok B)	Komposit <i>Nanofiller</i> (Kelompok C)
1	8.667	7.071	7.454
2	6.960	6.325	7.803
3	8.028	7.280	10.022
4	6.566	6.708	7.951
5	8.692	6.083	8.807
Mean	7.783	6.693	8.407

Tabel I menunjukkan nilai rata-rata dan hasil pengukuran jarak perlekatan antara tumpatan dan gigi dengan satuan mikro meter dari seluruh sampel uji. Hasil tersebut menunjukkan jarak perlekatan terdekat adalah $6.566\mu\text{m}$ untuk resin komposit nanosisal 60%, $6.083\mu\text{m}$ untuk resin komposit nanosisal 60% ditambah *coupling*

agent, dan $7.454\mu\text{m}$ untuk resin komposit *nanofiller*.

Hasil gambaran mikroskopis perbandingan perlekatan resin komposit nanosisal 60%, resin komposit nanosisal 60% ditambah *coupling agent* dan resin komposit *nanofiller* dapat dilihat pada Gambar 15:



Gambar 15. Resin komposit nanosisal 60%; Resin komposit nanosisal 60%+ *coupling agent*; Resin komposit *nanofiller*.

Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa adanya perlekatan yang baik pada bahan resin komposit nanosisal 60% dan

resin komposit nanosisal 60% ditambah *coupling agent* dimana tidak terdapat celah antara tumpatan dan dinding kavitas gigi,

tetapi rata-rata jarak perlekatan dari resin komposit nanosisal 60% ditambah *coupling agent* lebih baik jika dibandingkan dengan resin komposit nanosisal 60%. Pada gambar resin komposit *nanofiller* terlihat adanya celah hampir di sepanjang antara tumpatan dan dinding kavitas gigi, dan juga terlihat

bahwa permukaan dari resin komposit *nanofiller* tidak sebaik bahan resin komposit nanosisal 60% dan resin komposit nanosisal 60% ditambah *coupling agent*. Selanjutnya dilakukan uji normalitas data yang didapatkan dari ImageJ menggunakan uji *Saphiro-Wilk* karena sampel kurang dari 50.

Tabel II. Uji Normalitas *Shapiro-Wilk*

Kelompok	Shapiro Wilk		
	Statistik	Df	Sig.
Nanosisal 60%	.886	5	.268
Nanosisal 60% + <i>Coupling Agent</i>	.982	5	.783
<i>Nanofiller</i>	.970	5	.378

Hasil perhitungan uji normalitas data pada Tabel II menunjukkan bahwa distribusi data masing-masing kelompok perlakuan adalah normal dikarenakan nilai signifikansi

atau $p > 0,05$. Setelah itu, data dilakukan uji homogenitas untuk mengetahui variansi data.

Tabel III. Hasil Uji Homogenitas dengan Levene Test

Levene			
Statistic	df1	df2	Sig.
2.495	2	12	.174

Hasil dari uji homogenitas data pada tabel III menunjukkan bahwa distribusi data uji perlekatan ketiga kelompok sampel memiliki variansi sama karena didapatkan nilai signifikansi atau $p > 0,05$.

Setelah dilakukan uji normalitas dan uji homogenitas diketahui bahwa sebaran data normal dan variansi data sama maka uji selanjutnya yang dilakukan yaitu uji statistik *One Way ANOVA*.

Tabel IV. Hasil Uji *One Way ANOVA*

Jarak Perlekatan	
Sig.	.027

Uji statistic *One Way ANOVA* dilakukan apakah terdapat perbedaan bermakna antara kelompok sampel. Data hasil analisis dari table IV menunjukkan nilai signifikansi atau $p < 0,05$ dapat

disimpulkan bahwa data jarak perlekatan antara resin komposit nanosisal 60%, resin komposit nanosisal 60% ditambah *coupling agent* dan resin komposit *nanofiller* memiliki perbedaan yang bermakna.

PEMBAHASAN

Sampel resin komposit nanosisal 60% ditambah *coupling agent* memiliki perlekatan yang lebih baik jika dibandingkan dengan resin komposit nanosisal komposit 60%, dan resin komposit *nanofiller*. Hasil dari uji jarak perlekatan antara tumpatan dan gigi didapatkan rata-rata jarak resin komposit nanosisal 60% adalah 7.783 μ m, resin komposit nanosisal 60% ditambah *coupling agent* adalah 6.693 μ m, dan pada resin komposit *nanofiller* komposit adalah 8.407 μ m.

Perlekatan tiga bahan tersebut pada email dan dentin dapat terjadi karena adanya beberapa faktor kemungkinan. Faktor kemungkinan pertama, karena adanya mekanisme mekanik yaitu, penetrasi dari resin dan formasi dari *resin tags* pada permukaan gigi. Faktor kemungkinan kedua, karena mekanisme adsorpsi dimana adanya perlekatan kimia pada komponen anorganik (hydroxyapatite) atau komponen organik (kolagen tipe I) pada struktur gigi. Faktor kemungkinan ketiga, karena adanya mekanisme difusi endapan dari substansi pada permukaan gigi dimana monomer resin komposit dapat terikat secara mekanik maupun kimiawi. Faktor kemungkinan yang terakhir, karena adanya mekanisme kombinasi yaitu, perlekatan yang terjadi karena tiga mekanisme sebelumnya.⁸

Pengaplikasian etsa asam phosphoric 37% selama 20 detik dapat menghilangkan *smear layer* dan membuka tubulus dentinalis serta mengekspos serabut kolagen pada dentin. Pengetsan yang dilakukan akan menghasilkan permukaan dentin yang porus dan irregular.⁹ Bonding berisi primer yang bersifat hidrofilik dan adhesif yang bersifat hidrofobik. Pengaplikasian bonding pada permukaan dentin yang telah di etsa akan berpenetrasi menghasilkan zona interdifusi resin dan dentin yang disebut *hybrid layer*. Bonding juga akan berpenetrasi kedalam tubulus dentinalis yang terbuka dan setelah

terpolimerisasi akan membentuk *resin tags* yang bersifat hidrofobik. Perlekatan yang terbentuk dengan resin tags ini yang nantinya akan menjadi retensi mikromekanik berupa *mechanical interlocking* yang lebih besar.⁸

Berdasarkan prinsip adhesi, mekanisme primer yang berperan menimbulkan adhesi adalah adanya *micromechanical bonding* yaitu kemampuan adhesif untuk bereaksi dengan permukaan substrat secara kimia di *interface*. Penggunaan bahan adhesif *total etch* pada penelitian ini mengandung air dan ethanol dimana sebagai salah satu komponen yang mampu menyebabkan re-ekspansi dari fibril kolagen yang kolaps karena pengeringan, dan mampu menggantikan kelembapan, meningkatkan infiltrasi monomer ke dalam celah nano dari jaringan kolagen yang terpapar, sehingga menghasilkan *micromechanical interlocking* yang kuat antara resin dan demineralisasi superfisial.⁹

Sampel dengan tumpatan berbahan resin komposit nanosisal 60% ditambah *coupling agent* memiliki perlekatan yang lebih baik pada gigi dibandingkan dengan sampel dengan tumpatan berbahan nanosisal 60%, dan *nanofiller* Z350 XT 3M ESPE. Hal yang dapat menyebabkan perlekatan nanosisal 60% ditambah *coupling agent* memiliki jarak lebih kecil jika dibandingkan dengan sampel lain adalah karena adanya penambahan *coupling agent* berupa bisphenol A diglycidyl ether pada *filler* nanosisal. Bisphenol A diglycidyl mempunyai sifat mekanis dan termal yang baik, memiliki daya rekat yang luar biasa pada berbagai substrat, dan penyusutan atau *shrinkage* yang rendah pada saat proses polimerisasi. Nanosisal yang telah ditambahkan bisphenol A diglycidyl ether dapat meningkatkan ikatan material sehingga akan memperkuat *interface bonding*.¹⁰

Pada resin komposit nanosisal 60% telah terjadi tiga mekanisme ikatan, yaitu terjadinya *Mechanical Bonding* yang merupakan mekanisme ikatan yang saling mengunci pada dua permukaan, kemudian terjadinya *Electrostatic Bonding* karena adanya gaya tarik menarik antara dua permukaan yang berbeda muatan listrik dalam skala atomik, dan terakhir terjadinya *Chemical Bonding* yang merupakan hasil dari adanya energi yang bersifat kimia pada *interface bonding* dimana akan membuat ikatan nanosisal dan polimer *epoxy* berikatan dengan baik karena kedua material tersebut merupakan bahan organik.¹¹

Shrinkage merupakan gaya pengerutan atau penyusutan pada matriks resin, dimana tergantung pada perbandingan kandungan bahan pengisi partikel dari *filler*. Pada resin komposit nanosisal mengandung volume *filler* sebesar 60% sedangkan pada resin komposit *nanofiller* Z350 XT 3M

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian perbedaan gambaran mikroskopis perlekatan resin komposit nanosisal 60%, resin komposit nanosisal 60% ditambah *coupling agent*, dan resin komposit *nanofiller* Z350 XT 3M ESPE, dapat disimpulkan bahwa :

1. *Filler* pada resin komposit nanosisal 60% berpengaruh terhadap perlekatan antara bahan restorasi dan gigi.
2. Terdapat perbedaan gambaran mikroskopis perlekatan resin komposit nanosisal 60%, resin komposit nanosisal 60% ditambah *coupling agent*, dan resin komposit *nanofiller* Z350 XT 3M ESPE.
3. Resin komposit nanosisal 60% ditambah *coupling agent* memiliki jarak perlekatan yang lebih kecil dibandingkan dengan resin komposit nanosisal 60%, dan resin komposit *nanofiller* Z350 XT 3M ESPE.

mengandung volume *filler* sebesar 72.5%. Volume *filler* lebih dari 60% akan meningkatkan kerusakan yang lebih tinggi, dan menyebabkan penurunan sifat mekanik.¹² Adanya pengerutan selama proses polimerisasi (*polymerization shrinkage*) pada resin komposit *nanofiller* Z350 XT 3M dapat menyebabkan timbulnya stress yang dapat melebihi kekuatan ikatan sekitar gigi, dan terjadinya kehilangan kontak antara resin komposit dan dinding kavitas, sehingga menimbulkan celah pada tepi restorasi mengarah pada kebocoran mikro.¹³ Selain itu pada resin komposit *nanofiller* Z350 XT 3M mengandung sejumlah kecil monomer *polyethylene glycol dimethacrylate* (PEGDMA) dimana membantu meningkatkan viskositas dari material sehingga resin komposit ini menjadi lebih kental dan sulit mengisi celah-celah dari kavitas.¹⁴

4. Penambahan *coupling agent* pada resin komposit nanosisal 60% membuat perlekatan terhadap gigi semakin baik.

SARAN

1. Diharapkan dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan semen resin *nanofiller* dari merek yang berbeda untuk membuktikan bahwa semen resin nanosisal komposit 60% lebih unggul dalam hal kekuatan geser dibandingkan dengan semen resin *nanofiller* komposit.
2. Diharapkan dilakukan penelitian lebih lanjut tentang efek porositas terhadap kekuatan geser semen resin nanosisal komposit 60% dan semen resin *nanofiller* komposit.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anusavice, K. J. (2003). *Phillips Science of Dental Material 10th Edition*. Jakarta, DKI Jakarta, Indonesia: EGC.
2. Power, J. M. (2008). *Dental Materials* (Vol. 9). New Delhi, New Delhi, India: Elsevier.
3. McCabe, J. F., & Walls, A. W. (2008). *Applied Dental Materials* (Ninth Edition ed.). Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd.
4. Wambua, P., Ivens, J., & Verpoest, I. (2003, February 21). Natural Fibres: can they replace glass in fibre reinforced plastics? *Composites Science and Technology*.
5. Rojas, J., Bedoya, M., & Ciro, Y. (2015). *Current Trends in The Production of Cellulose Nanoparticles and Nanocomposites for Biomedical Applications*. Columbia: Intech.
6. Basuki, T., & Verona, L. (2017). Manfaat Serat Sisal (*Agave sisalana* L.) dan Bambu (*Bambusoideae*) Untuk Memenuhi Kebutuhan Masyarakat Modern. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian "Agrika"*, 11 (2), 123-134.
7. Ahmad, E. E. (2011, December). The influence of micro- and nano- sisal fibers on the morphology and properties of different polymers. *University Of The Free Statw (QwaQwa Campus)*.
8. Heymann, H. O., Swift, E. J., & Ritter, A. V. (2013). *Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry* (6th edition ed.). Missouri: Elsevier.
9. Mandri, M. N., Alicia, A. G., & Zamudio, M. E. (2015). Adhesive systems in restorative dentistry. *Odontoestomatología*, 17 (26), 49-54.
10. Souza, J. P., & Reis, J. M. (2013). Thermal behavior of DGEBA (Diglycidyl Ether of Bisphenol A) adhesives and its influence on the strength of joints. *Applied Adhesion Science*, 1 (6), 1-10.
11. Betan, A. D. (2014). Pengaruh Persentase Alkali pada Serat Pangkal Pelepah Daun Pinang (*Areca Cetechu*) terhadap Sifat Mekanis Komposit Polimer. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 5, 119-126.
12. Ilie, N., & Hickel, R. (2011). Resin composite restorative materials. *Australian Dental Journal*, 56 (1), 59-66.
13. Bala, O., Olmez, A., & Kalayci, S. (2005). Effect of LED and halogen light curing on polymerization of resin-based composites. *Journal of Oral Rehabilitation*, 32 (2).
14. Barretto, I. C., Pontes, L. F., Carneiro, K. K., Araujo, J. L., Ballester, R. Y., & Silva, C. M. (2013, June 24). Comparative analysis of polymerization shrinkage of different resin composites. *Dental Materials*, 41-45.