

Efek Jumlah Kandungan *Filler* Nanosisal Terhadap Ketahanan Fraktur Resin Komposit

Effect Filler Amount of Nanosisal to Fracture Resistance Dental Composite

Dwi Aji Nugroho^{1,2}, Widjijono³, Nuryono⁴, Widya Asmara⁵, Dony Wajar⁶

¹ Program Doktor Ilmu Kedokteran Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Gadjah Mada, Program Doktor Ilmu Kedokteran Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Gadjah Mada

² Departemen Biomaterial, Program Studi Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran dan Ilmu kesehatan, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

³ Departemen Biomaterial, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Gadjah Mada

⁴ Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gadjah Mada

⁵ Departemen Mikrobiologi, Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Gadjah Mada

⁶ Program Sarjana, Program Studi Pendidikan Dokter Gigi Fakultas Kedokteran dan Ilmu kesehatan, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Korespondensi: dwiajinugrohodrg@gmail.com

Abstract

Background: Composite resins are made from anorganic filler (mainly glass). It has major disadvantages on the production process, such as its abrasive properties, pollutant, non-renewable materials and high energy consumption during manufacturing. Therefore, alternative filler material was needed, especially organic material. The most potential organic material is natural fiber such as sisal. This study has manufactured composite resins with sisal that sized nano as their filler and we called composite nanosisal. **Objective:** This study aimed to determine the influence of amount of filler on the fracture resistance of nanosisal composite resin. **Methods:** This research used 20 sample. Sample sized 2 mm x 2mm x 25 mm (ISO-4049). The samples were divided into four groups with five samples each. Group A used filler with volume 60%, group B 65%, group C 70% and group D used nanofiller composite (3M ESPE, Z350). The sample was tested for fracture resistance using a universal testing machine. Non-parametric test of Kruskal Wallis was used for statistical analysis. **Result:** Composite resin with 60% filler volume has an average fracture resistance 28,61 MPa, 65% was 11,77 MPa, 70% was 11,56 MPa and 3M ESPE-Z350 was 35,36 MPa. Kruskal-Wallis test showed no significant difference ($p > 0.05$). **Conclusion:** There was no effect of amount of filler on the fracture resistance of composite nanosisal. Composite 3M ESPE-Z350 was the highest of fracture resistance. Filler nanosisal 60% was optimum level of composite nanosisal.

Key words: Composite nanosisal, fracture resistance, nanofiller

Abstrak

Latar Belakang: Salah satu komposisi resin komposit yaitu filler anorganik. Filler umumnya berasal dari glass. Material anorganik tersebut memiliki kekurangan yaitu proses pengolahan bersifat abrasif, polutan, dan konsumsi energi tinggi. Oleh karena itu, filler alternatif diperlukan, khususnya dari bahan organik. Bahan organik yang berpotensi adalah serat alam berupa sisal. Penelitian ini membuat bahan tumpatan resin komposit dengan sisal berukuran nano sebagai fillernya dan kita sebut nanosisal komposit. **Tujuan Penelitian:** untuk mengetahui pengaruh jumlah filler nanosisal terhadap ketahanan fraktur resin komposit. **Metode Penelitian:** Penelitian ini menggunakan 20 sampel. Sampel yang digunakan adalah cetakan berbentuk balok berukuran 2x2x25mm (ISO-4049). Sampel dibagi menjadi empat kelompok dengan masing-masing berjumlah lima sample. Presentase filler masing kelompok adalah 60%, 65%, 70% dan 3M ESPE-Z350. Sampel diuji ketahanan fraktur menggunakan universal testing machine. Analisis data menggunakan uji non-parametric Kruskal-Wallis. **Hasil Penelitian:** Resin komposit dengan filler 60% memiliki rata-rata ketahanan fraktur 28,61 MPa, filler 65% sebesar 11,77 MPa, filler 70% 11,56 MPa dan resin komposit 3M ESPE-Z350 35,36 MPa. Kruskal-Wallis menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan ($p > 0,05$). **Kesimpulan:** Berdasarkan hasil penelitian ini, tidak terdapat efek jumlah filler terhadap ketahanan fraktur resin komposit nanosisal. Kelompok resin komposit 3M ESPE-Z350 memiliki nilai ketahanan fraktur tertinggi. Jumlah kandungan filler yang optimal dalam komposit nanosisal adalah 60%.

Kata kunci: Nanosisal komposit, ketahanan fraktur, *nanofill*

PENDAHULUAN

Resin komposit adalah suatu bahan restorasi yang banyak digunakan dalam kedokteran gigi. Bahan tersebut banyak digunakan karena memiliki sifat yang estetik. Sifat estetik bahan ini terletak pada warna yang mirip dengan gigi asli.¹ Komposisi resin komposit terdiri dari komposisi utama *filler* anorganik, matriks resin, dan *coupling agent*, selain tiga komposisi utama tersebut, resin komposit juga ditambahkan aktivator-inisiator, *inhibitor*, dan *optical modifier*.² Komponen *filler* dalam resin komposit sangat berperan terhadap kekuatan mekanis. Kekuatan mekanis merupakan faktor penting dalam pengunyahan di rongga mulut. Presentase *filler* mempengaruhi sifat mekanis resin komposit.³

Pada umumnya bahan utama *filler* resin komposit adalah *glass*. *Glass* mempunyai kelemahan, yaitu proses pengolahan yang

bersifat *abrasive*, polutan, tidak dapat diperbarui dan konsumsi energi yang tinggi. Oleh karena itu, bahan pengisi yang ramah lingkungan sangat diperlukan sebagai bahan pengganti *glass*. Bahan pengganti yang berpotensi adalah serat alam. Serat alam mempunyai banyak kelebihan seperti konsumsi energi yang rendah, biodegradasi, dapat didaur ulang dan diperbarui, dan ditemukan dalam jumlah yang melimpah.⁴ Serat alam yang dapat digunakan sebagai *filler* resin komposit adalah sisal, karena karena sifat mekanik yang baik.⁵

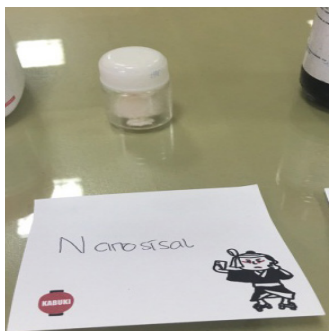
Penelitian ini akan mengolah serat sisal menjadi ukuran nano. Serat sisal yang berukuran nano akan dijadikan sebagai *filler* pada bahan tumpatan resin komposit, sehingga kami sebut sebagai nanosisal komposit. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jumlah *filler* nanosisal terhadap ketahanan fraktur resin komposit.

METODE PENELITIAN

Pembuatan nanosisal

Serat sisal dipotong dengan menggunakan Tecator *grinder* sampai diperoleh serat partikel halus. Serat kemudian direndam dalam larutan natrium hidroksida pada suhu 80 °C selama 2 jam sambil diaduk dengan *magnetic stirrer*. Perlakuan ini diulang sampai 3 kali. Selanjutnya, serat disaring dan dicuci menggunakan aquades sampai alkalinya hilang. Selanjutnya, serat sisal direndam dengan menggunakan larutan yang terdiri atas NaOH, H₂O₂ dan akuades serta dipanaskan pada suhu 80 °C selama 2 jam sambil

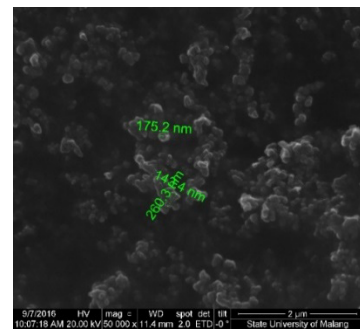
diaduk dengan *magnetic stirrer*. Proses tersebut diulang sebanyak 4 kali. Serat dilakukan proses sonifikasi menggunakan *Cole-Parmer Ultrasonic Processor* (Model CP 505, 500 Watts). Dispersi kemudian disaring dengan *fritted glass filter* No. 1 untuk menghilangkan sisa agregat, kemudian serat dikeringkan dengan menggunakan *freeze drier* (Flex-Dry™ μ P Microprocessor Control, FTS Systems, Inc., USA), sehingga diperoleh nanosisal dalam bentuk semi padat. Selanjutnya, dilakukan pengamatan dengan *Scanning Elektro Microscope* (SEM) untuk memastikan ukuran serat sisal sudah berukuran nano.



(a)



(b)



(c)

Gambar 1. (a) Serat Sisal; (b) nanosisal; (c) Hasil Pengamatan SEM nanosisal

Pembuatan sampel nanosisal komposit

Nanosisal semi padat ditimbang dengan neraca digital sebesar 0,003 gram (60%), 0,005 gram (65%) dan 0,007 gram (70%). Masing-masing nanosisal dicampur dengan 0,5 gram Bis-GM, 0,02 ml TEGDMA, 0,02 gram UDMA, 0,09 gram Champorquinone, sehingga diperoleh adonan nanosisal komposit dan kemudian dimasukkan ke dalam cetakan sampel berbentuk berukuran 2mm x 2 mm x 25 mm (ISO-4049) dan disinari, dengan *visible light cure* selama 40 detik. Nanosial komposit dengan *filler* 60%, 65%, 70% yang telah keras disebut sebagai kelompok A, B dan

C. Komposit Z350 (3M ESPE) diambil dari tube dengan menggunakan plastis instrumen, dimasukkan dalam cetakan sampel dan disinari dengan *visible light cure* selama 40 detik, sehingga resin mengeras dan disebut sebagai kelompok D.



Gambar 2. Nanosisal komposit

Uji Ketahanan Fraktur



Gambar 3. Uji ketahanan fraktur

Kelompok A, B, C dan D dilakukan uji ketahanan fraktur dengan menggunakan alat uji ketahanan fraktur (Vertical, Horizontal dual

test stand oleh Jinan Kason Testing Equipment Co., Ltd). Hasil cetakan diletakkan pada bagian tengah UTM kemudian beban diberikan pada bahan atas dengan posisi hasil cetakan vertikal dengan kecepatan 1mm/menit.

HASIL

Hasil penelitian diperoleh rata-rata ketahanan fraktur untuk kelompok 60%, 65%, dan 70% berturut-turut adalah 28.61 Mpa, 11.7 Mpa dan 11.56 Mpa sedangkan untuk kelompok kontrol (Z350) adalah 3.36 Mpa (Tabel 1). Kelompok nanosisal 60% memiliki kekuatan yang tertinggi diantara kelompok nanosisal lain.

Tabel 1. Hasil Uji Ketahanan Fraktur Resin Komposit dalam MPa

	60% (Mpa)	65% (Mpa)	70% (Mpa)	Z350 (Mpa)
1	8.77	15.91	13.26	13.66
2	19.86	20.09	10.61	50.91
3	19.28	6.19	12.70	77.56
4	22.10	6.55	11.49	13.26
5	73.04	10.10	9.72	21.39
Rata-rata	28.61	11.77	11.56	35.36

Keseluruhan nilai hasil uji ketahanan fraktur yang diperoleh kemudian dilakukan uji normalitas *Saphiro Wilk* dan uji *homogeneity Levene* untuk mengetahui variansi data. Setelah dilakukan uji normalitas diketahui bahwa sebaran data tidak normal, maka uji selanjutnya yang dapat dilakukan yaitu uji non parametrik *Kruskal Wallis* (tabel 2).

Tabel 2. Uji Statistik Nonparametrik *Kruskal Wallis*

	Uji Ketahanan fraktur
Chi-Square	7.414
Df	3.000
Asymp. Sig.	0.060

Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai signifikansi sebesar 0.060. Nilai tersebut lebih dari 0,05 (>0,05). Oleh karena itu, hal tersebut berarti tidak terdapat perbedaan ketahanan fraktur yang bermakna antara kelompok pada penelitian ini.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian ketahanan fraktur kelompok sampel nanosisal menunjukkan rata-rata 28,61 MPa, 11,77 MPa, dan 11,56 MPa secara berurutan pada kelompok 60%, 65%, 70% sedangkan pada kelompok komposit Z350 (3M ESPE) rata-ratanya adalah 35,36 MPa.

Komposit Z350 memiliki rerata ketahanan fraktur yang tertinggi pada penelitian ini. Hal tersebut disebabkan adanya porositas saat pengadukan bahan komposit nanosisal. Serat alam memiliki kekurangan berupa porositas.⁶ Porositas adalah adanya gelembung udara/ ruang kosong yang terjebak di dalam material. Faktor-faktor yang mempengaruhi porositas diantaranya adalah bentuk, ukuran dan lokasi porositas, sifat mekanis serat, dan penyerapan kelembaban.⁷ Porositas memiliki pengaruh yang besar terhadap sifat mekanis polimer pada umumnya.⁶ Tingkat porositas rendah sangat berpengaruh terhadap kekuatan mekanis resin komposit. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa terdapat korelasi langsung antara porositas dan sifat mekanis seperti kekuatan tekan, ketahanan fraktur begitu juga dengan modulus elastisitas material. Ketahanan fraktur menurun 7% setiap 1% porositas pada sampel.⁸ Hal tersebut yang mengakibatkan resin komposit nanosisal memiliki ketahanan fraktur yang rendah jika dibandingkan dengan resin komposit Z350 pada penelitian ini.

Hasil uji ketahanan fraktur pada ketiga kelompok nanosisal yang memiliki persentase berat 60%, 65%, dan 70% menunjukkan rata-rata ketahanan fraktur secara berurutan 28,61 MPa, 11,77 MPa, dan 11,56 MPa. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kelompok 60% memiliki nilai kekuatan uji ketahanan fraktur paling tinggi dibandingkan dengan kedua kelompok lainnya. Hasil tersebut didukung oleh penelitian sebelumnya menggunakan serat alam areca sebagai *filler* dalam komposit dengan membandingkan persentase berat serat alam areca 60% dan 50%.⁹ Kelompok sampel yang memiliki persentase *filler* 60% memiliki daya

serap air yang lebih rendah daripada kelompok sampel dengan persentase *filler* 50%. Kekuatan ikatan antara serat alam dan matriks resin yang berkurang disebabkan oleh penyerapan kelembaban. Serat alam yang bersifat hidrofilik menyerap kelembaban dari lingkungan dan terbentuk ikatan hidrogen diantara gugus hidroksil sisal dan air. Hal ini disebabkan karena serat alam yang bersifat hidrofilik, menyerap air lebih sedikit pada kelompok 60%. Ketika menggunakan komposit 50 wt%, terjadi penyerapan kelembaban yang lebih sehingga ikatan yang terjadi tidak baik antara permukaan serat dan matriks resin. Mekanisme yang terjadi adalah molekul air diserap secara langsung ke gugus hidrofilik serat alam. Selanjutnya, molekul air tertarik ke dalam gugus hidrofilik lain pada pada rantai utama selulosa. Hal ini menghasilkan adhesi yang kurang baik antara matriks resin dan serat alam sebagai filler dan berakibat putusnya ikatan *crosslink* antara dua material tersebut.¹⁰ Oleh karena penyerapan kelembaban yang lebih mengakibatkan pembentukan porus pada sampel penelitian.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa komposit serat alam dengan 58-65% mempunyai peningkatan sifat ketahanan fraktur yang signifikan.¹¹ Hasil tersebut sesuai dengan uji ketahanan fraktur pada kelompok 60% yang memiliki kekuatan tertinggi. Apabila kelompok 60% dibandingkan dengan kelompok 65% dan 70%, kelompok 65% dan 70% lebih rendah pada nilai uji ketahanan fraktur. Hasil tersebut dipengaruhi oleh adanya transfer tegangan yang kurang pada kelompok 65% dan 70%. Peningkatan sifat mekanis diakibatkan oleh adanya ikatan *adhesive* yang sempurna antara *filler* dan matriks sehingga tegangan

yang disalurkan ke dalam matrik mampu ditahan dengan baik.¹² Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa nilai optimal *filler* pada resin komposit nanosisal ada 60%.

Ketahanan fraktur yang optimal pada penelitian ini dicapai apabila berat sisal 60%. Hal ini dapat terjadi karena matriks resin mempunyai kekuatan optimal dalam berikatan dengan sisal atau matriks resin mempunyai *wettability* yang terbatas untuk serat sisal. *Wettability* adalah istilah untuk menjelaskan adhesi relatif dua buah fluida atau lebih terhadap sebuah permukaan benda padat atau dengan kata lain kemampuan fluida yang dapat membasahi (menyebar atau menempel) pada permukaan.¹³ Oleh karena itu, pada sampel 65% dan 70% ikatan *crosslink* yang terjadi antara serat sisal dan matriks resin tidak dapat berikatan dengan sisal sepenuhnya dan berdampak pada ketahanan fraktur.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian efek jumlah kandungan *filler* nanosisal terhadap ketahanan fraktur resin komposit disimpulkan bahwa:

1. Tidak terdapat efek jumlah *filler* terhadap ketahanan fraktur resin komposit nanosisal.
2. Kelompok resin komposit 3M ESPE-Z350 memiliki nilai ketahanan fraktur tertinggi.
3. Jumlah kandungan *filler* yang optimal dalam komposit nanosisal adalah 60%

DAFTAR PUSTAKA

1. Bayne, S.C., Thompson, J.Y. *Art and Science of Operative Dentistry*. Chapel Hill, North Carolina, USA. pp.97. 2011
2. Anusavice, J. *Phillips Dental Material*. 49-55, 197-210. 11st edition, Elsevier Ltd,

Oxford, UK. 2013.

3. Thomaidis, S., Kakaboura, A., Mueller, W.D., Zinelis, S. Mechanical Properties of Contemporary Composite Resins and Their Interrelations. *Dental Materials*, 29, pp.e132-41. 2013
4. Joshi, S.V., Drzal, L.T., Mohanty, A., Arora, S. Are natural fiber composites environmentally superior to *glass* fiber reinforced composite. *Composites*, 35, pp.371-76. 2004
5. Ahmed, E.E.M. The Influence of micro and Nano-sisal fibres on the morphology and properties of different polymers, Ph.D *Thesis* tidak diterbitkan. Polymer science, Department of Chemistry, Faculty of Natural and Agricultural Sciences, University of The Free State. 2011
6. Pickering, K.L., Efendy, M.G.A., Le, T.M. Composites: Part A A review of recent developments in natural fibre composites and their mechanical performance. *Composite: part A*, 83, pp.98-112. 2016
7. Almeida, M.D., Cerqueira, M., Leali, M. The influence of porosity on the interlaminar shear strength of carbon / epoxy and carbon / bismaleimide fabric laminates. *Composite Science and Technology*, 61, pp. 2101-08. 2001
8. Kastner, J., Plank, B., Salaberger, D., Sekelja, J. Defect and Porosity Determination of Fibre Reinforced Polymers by X-ray Computed Tomography. pp.1-12. 2010
9. Venkateshappa, S.C., Bennehalli, B., Kenchappa, M.G., Ranganagowda, R.P.G. Flexural behaviour of areca fibers composites. *Advanced in Polymer Technology* 31 (4), pp.1846-58. 2010

-
10. Ilomäki, K. *Adhesion Between Natural Fibers and Thermosets*. Thesis tidak diterbitkan. Tampere: Tampereen Tekninen Yliopisto. 2011
 11. Nunna, S., Chandra, P.R., Shrivastava, S. A review on mechanical behavior of natural fiber based hybrid composites. *Reinforced Plastics & Composite*, pp. 1-11. 2012
 12. Betan, A. D., Sonief, A. A., Soenoko, R. Pengaruh Persentase Alkali pada Serat Pangkal Pelepah Daun Pinang (Areca Catechu) terhadap Sifat Mekanis Komposit Polimer. *Jurnal Rekayasa Mesin* 5 (2), 119–126. 2014
 13. Moustafa, E.A., Ahmed, N., Karem, B., Lamees, S. Investigating the Effect of Various Nanomaterials on the Wettability of Sandstone Reservoir. *World Journal of Engineering and Technology*, pp. 116-26. 2015