

Evaluasi Perbandingan Kekuatan Tekan Dan Kekuatan Lentur Pada Resin Komposit Mikrohibrida

Dudy Soebawi¹, Hasya N. Fathan¹, Yosi K. Eriwati^{1,2}

¹ *Laboratorium Penelitian dan Pengembangan Material Kedokteran Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Indonesia*

² *Dept. Ilmu Material Kedokteran Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Indonesia*
Email korespondensi ke: Yosi Kusuma Eriwati (yosiarianto@gmail.com)

ABSTRAK

Dokter gigi perlu mempertimbangkan sifat mekanik komposit resin restoratif yang digunakan untuk memberikan hasil restorasi terbaik. Bahan restoratif harus menahan beban yang dihasilkan dari gaya pengunyahan di mulut termasuk gaya tekan dan lentur. **Tujuan:** Membandingkan kekuatan tekan dan lentur resin komposit mikro-hibrid yang digunakan dalam kedokteran gigi. **Metode:** Metode yang digunakan berdasarkan Standar ISO 4049:2019. Sebanyak 60 spesimen dari 5 jenis komposit resin dibagi menjadi 2 jenis pengujian, masing-masing 30 spesimen untuk uji kuat tekan dan kuat lentur (menggunakan *Universal Testing Machine*, Shimadzu AGS-5kNX, Jepang dengan beban otomatis maksimum 5kN, dan *crosshead speed* 0,5mm/menit). Data hasil dianalisis menggunakan One-way-Anova. **Hasil:** Menunjukkan perbedaan yang signifikan pada nilai uji kuat tekan dan lentur (p-value <0,05). Nilai tertinggi adalah Filtek P60 A3 (296,25±19,06 MPa) hingga nilai terendah Master Fill A2 (184,39±6,26 MPa) pada uji kuat tekan. Sedangkan nilai tertinggi adalah Filtek P60 A3 (138,91±14,34 MPa) hingga Solare X A3 terendah (91,50±7,66 MPa) pada uji kuat lentur. **Kesimpulan:** Nilai uji kuat tekan lebih tinggi dari nilai uji kuat lentur untuk semua jenis resin komposit.

Kata kunci : Komposit Resin Mikrohibrida, Kekuatan Tekan, Kekuatan Lentur, *Universal Testing Machine*

PENDAHULUAN

Penggantian sifat fungsional dan estetik dari struktur gigi yang rusak merupakan tujuan dari prosedur restorasi. Emas dan Amalgam yang dahulu digunakan sebagai material tambal kini telah digantikan dengan bahan yang tidak hanya memiliki estetik yang dapat disesuaikan dengan warna gigi namun juga memiliki sifat mekanik yang baik yaitu resin komposit.¹

Meningkatnya penggunaan material restorasi gigi mendorong perbaikan sifat resin komposit secara kontinu untuk memperbaiki atau meningkatkan sifat mekaniknya sebagai persyaratan klinis untuk gigi *anterior* maupun *posterior*. Pada aplikasi klinis, resin komposit yang digunakan pada gigi *posterior* memerlukan sifat mekanik yang lebih tinggi seperti kekuatan tekan dan kekuatan lentur untuk menghindari terjadinya degradasi marginal dan fraktur yang ditimbulkan akibat gaya pengunyahan.²

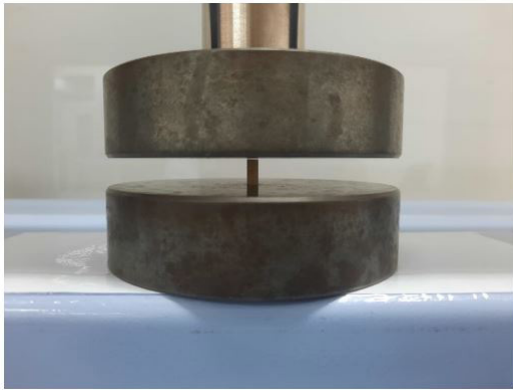
Nilai kekuatan yang bervariasi pada beberapa resin komposit dipengaruhi oleh komposisi kimia pada matrik, jenis *filler*, ukuran dan distribusi *filler* dimana peningkatan jumlah *filler* selain dapat mengurangi

penyusutan tetapi juga dapat meningkatkan modulus elastisitas, kekuatan tekan dan kekuatan lentur dengan jumlah fraksi anorganik saat penyusutan polimerisasi menurun.^{2,3}

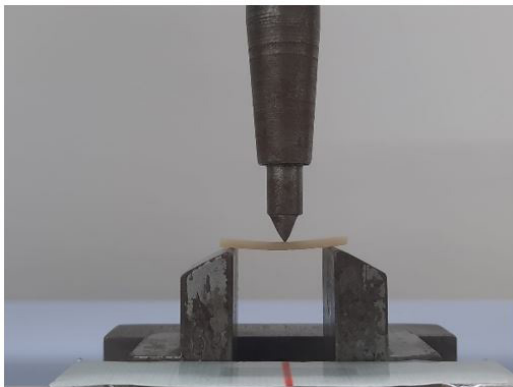
Filler yang ditambahkan ke dalam resin komposit dengan jumlah, ukuran dan distribusi partikel akan berpengaruh terhadap sifat mekanik. Sesuai dengan kandungan berbagai jenis, ukuran dan banyaknya *filler* secara mikro, berbagai resin komposit mikrohibrida dapat mempunyai nilai kekuatannya yang berbeda-beda pula, namun harus tetap memenuhi standar spesifikasi yang berlaku yaitu ISO 4049: 2019. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai kuat tekan dan nilai kuat lentur dari resin komposit mikrohibrida yang beredar di pasaran Indonesia.⁴

METODE DAN BAHAN

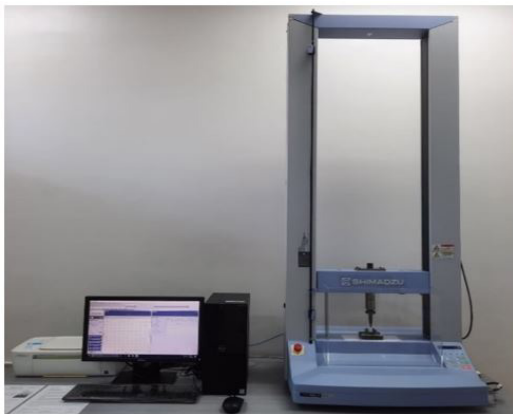
Pengujian mekanik pada penelitian ini adalah menguji kuat tekan dan uji kuat lentur 5 macam merek resin komposit mikrohibrida yang beredar di pasaran



Gambar 1. Foto Pengujian Kekuatan Tekan resin komposit mikrohibrida.



Gambar 2. Foto Pengujian Kekuatan Lentur dengan uji *Three Point Bending*.



Gambar 3. Foto Alat *Universal Testing Machine* (Shimadzu AGS-X 5 kN, Japan)

Indonesia dengan menggunakan alat *Universal Testing Machine* (Shimadzu AGS-X 5 kN, Japan). Jumlah masing-masing kelompok adalah 6 buah ($n=6$) dengan total spesimen sebanyak 30 buah.

Pengujian Kekuatan Tekan

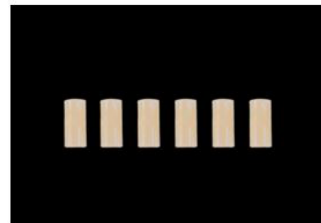
Berdasarkan ISO 4049 2019, ukuran *mould* untuk uji kekuatan tekan yaitu bentuk silinder dengan diameter 4mm dan tinggi 8mm. Bahan resin komposit dimasukkan ke dalam *mould* kemudian dikondensasi,



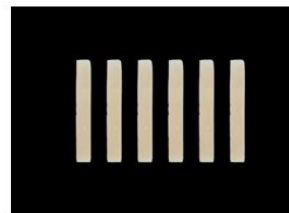
Gambar 4. Foto *Mould* Uji Kuat Tekan.



Gambar 5. Foto *Mould* Uji Kuat Lentur.



Gambar 6. Foto spesimen Uji Kuat Tekan



Gambar 7. Foto spesimen Uji Kuat Lentur.

selanjutnya diberikan beban 500g dan dipolimerisasi dengan *LED Light curing Unit* (iLed DBA, China) dengan intensitas 1250 mW/cm^2 (sesuai instruksi pabrik), kemudian spesimen di rendam dalam *aquades* dan disimpan dalam inkubator 37°C selama 24 Jam. Uji kekuatan tekan dilakukan dengan beban otomatis maksimal 5 kN secara tegak lurus dan *cross head speed* 0.5 mm/menit dengan alat *Universal Testing Machine* (Shimadzu AGS-X 5 kN, Japan) hingga spesimen fraktur, yang kemudian dicatat nilai kekuatan tekannya (Gambar 1⁵).

Pengujian Kekuatan Lentur

Sesuai ISO 4049: 2019 ukuran *mould* untuk uji kekuatan lentur yaitu $(25 \pm 2 \text{ mm}) \times (2,0 \pm 0,1 \text{ mm}) \times (2,0 \pm 0,1 \text{ mm})$ berbentuk 4 persegi panjang. Prosedur pembuatan spesimen sama dengan prosedur pembuatan spesimen untuk uji kuat tekan, dan selanjutnya dilakukan uji kekuatan lentur dengan beban otomatis

Tabel 1. Material Resin Komposit Mikrohibrida yang digunakan.

Product	Matrix	Filler type	Filler wt%/vol%	Type	Manufacturer
Filtek P60	BIS-GMA, UDMA, and BIS-EMA resins. <i>Filler : zirconia/silica</i>	<i>Micro hybrid</i>	61% by volume with a particle size range of 0.01 to 3.5 microns	<i>Posterior Restorative</i>	3M ESPE, USA
Filtek Z250	BIS-GMA, UDMA, and BIS-EMA resins. <i>Filler : zirconia/silica</i>	<i>Micro Hybrid</i>	60% by volume with a particle size range of 0.01 to 3.5 microns. <i>Zirconia, silica 10 – 3500nm (0.01 – 3.5µm)</i>	<i>Universal Restorative</i>	3M ESPE, USA
Master Fill	BIS-GMA, UDMA and TEGDMA monomers, pigments, camphorquinone, and viscosity controllers <i>Filler : Boro-silicate of Barium-aluminum glass, silica</i>	<i>Micro hybrid</i>	79%. By volume with a particle size 0,04 and 2,2 µm	<i>Universal restorative.</i>	<i>Biodinami-ca Quimica E Farmaceutica Ltda, Brazil</i>
Solare X	UDMA, dimethacrylate <i>Filler : Silica nanoparticles, fluoroaluminosilicate glass</i> <i>Fillers, prepolymerised fillers nanoparticles, silica</i>	<i>Micro-fine hybrid (MFR)</i>	65 % by volume. With a particle size range 20–30 µm	<i>Universal restorative</i>	<i>GC Dental Products Corp, Japan</i>
Brilliant EverGlow	<i>Methacrylate Dental glass Amorphous Silica Zinc Oxide</i>	<i>Submicron Hybrid Composite</i>	74% by weight 56% by volume with a particle size range 0,02-1,5 µm	<i>Universal Submicron Hybrid Composite</i>	<i>Colent, Switzerland</i>

maksimal 5 kN dan *crosshead speed* 0.5 mm/menit) hingga spesimen patah dan dicatat nilai kekuatan lenturnya (Gambar 2⁵).

Terhadap seluruh spesimen yang telah dikeluarkan dari inkubator, selanjutnya dilakukan proses pengukuran dimensi dengan menggunakan kaliper digital agar mendapatkan ukuran yang sama, kemudian data dicatat dan dimasukkan ke dalam *software* alat uji untuk perhitungan nilai kekuatan yang dihasilkan secara otomatis pada alat *Universal Testing Machine* (Shimadzu AGS-X 5 kN, Japan) (Gambar 3).

Material resin komposit yang digunakan dalam penelitian ini adalah resin komposit mikrohibrida dari lima merek yang berbeda yaitu Filtek P60 *shade* A3, Filtek Z250 *shade* A3, Brilliant Everglow *shade* A3, Solare X *shade* A3, and Master Fill *shade* A2, dimana type filler dan komposisinya dapat dilihat pada Tabel 1.

Pembuatan spesimen dilakukan dengan meletakkan material resin komposit mikrohibrida pada *mould* yang telah dilumasi dengan *silicon oil* seperti terlihat pada Gambar 4 dan 5.

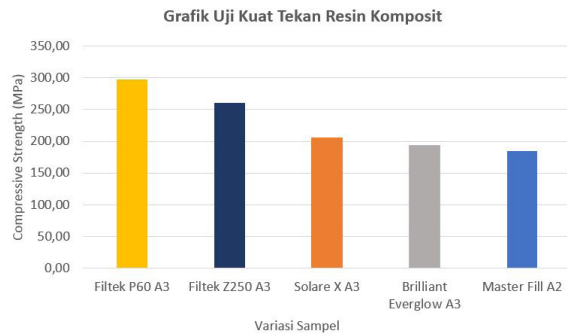
Setelah polimerisasi, kemudian spesimen dikeluarkan dan dirapikan dari sisa bahan yang berlebih sebelum

Tabel 2. Data Hasil Uji Kekuatan Tekan pada Resin Komposit Mikrohibrida.

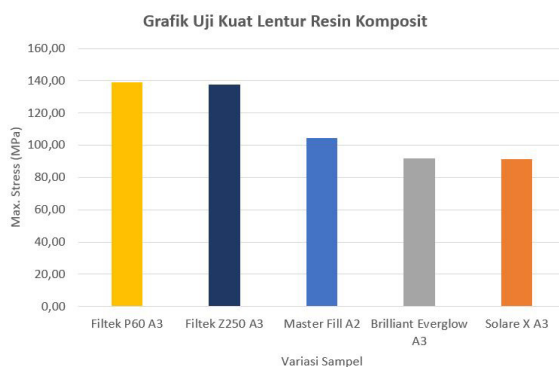
Sampel	Rerata Kuat Tekan (MPa) ± SD
Filtek P60 Shade A3 (n=6)	296,25 ± 19,06
Filtek Z250 Shade A3 (n=6)	260,38 ± 15,70
Brilliant Everglow Shade A3 (n=6)	249,57 ± 25,59
Solare X Shades A3 (n=6)	204,90 ± 13,54
Master Fill Shades A2 (n=6)	184,39 ± 6,26

Tabel 3. Data Hasil Uji Kekuatan Lentur pada Resin Komposit Mikrohibrida.

Sampel	Mean Flexural Strength (MPa) ± SD
Filtek P60 Shade A3 (n=6)	138,91 ± 14,34
Filtek Z250 Shade A3 (n=6)	137,34 ± 9,25
Master Fill Shades A2 (n=6)	104,16 ± 10,17
Brilliant Everglow Shade A3 (n=6)	101,74 ± 11,42
Solare X Shades A3 (n=6)	91,50 ± 7,66



Gambar 8. Grafik perbandingan nilai Uji Kuat Tekan pada Resin Komposit Mikrohibrida.



Gambar 9. Grafik perbandingan nilai Uji Kuat Lentur pada Resin Komposit Mikrohibrida.

dilakukan proses perendaman dengan akuades sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 6 dan 7.

Data hasil pengujian kuat tekan dan kuat lentur yang terdiri dari enam spesimen per kelompok akan dilakukan uji statistik normalitas dan selanjutnya dianalisa dengan uji *One Way Anova*.

HASIL

Setelah dilakukan uji kuat tekan dan uji kuat lentur dengan menggunakan alat *Universal Testing Machine*, maka didapat data yang tertera pada Tabel 2 dan 3.

Berdasarkan data hasil uji kuat tekan dan uji kuat lentur yang telah dilakukan uji statistik normalitas menggunakan *Shapiro Wilk* pada seluruh kelompok spesimen menghasilkan data yang terdistribusi normal ($p > 0,05$), selanjutnya dilakukan uji *One Way Anova* dengan nilai Sig. 0,000 ($p < 0,05$) sehingga terdapat perbedaan bermakna dari lima kelompok resin komposit mikrohibrida baik pada hasil uji kuat tekan dan hasil uji kuat lentur, seperti terlihat pada Gambar 8 dan 9.

DISKUSI

Sifat mekanik seperti kekuatan tekan dari suatu material restorasi gigi sangat penting diketahui karena sifat ini mempengaruhi penggunaan restorasi tersebut yang menggantikan struktur gigi yang rusak dan memberikan kekuatan yang cukup untuk menahan gaya tekan dalam fungsi mastikasi rongga mulut. Demikian pula dengan kekuatan lentur yang penting diketahui untuk mengevaluasi kekuatan bahan terhadap distorsi di bawah tekanan lentur.⁶

Resin komposit mikrohibrida umumnya terdiri dari dua jenis *filler*/pengisi yang dicampur bersama antara partikel halus (2-4 μm) dan partikel super halus (0,04-0,2 μm) dan volumenya berkisar 60-70%.⁷

Data hasil uji kuat tekan pada seluruh spesimen resin komposit mikrohibrida, menunjukkan bahwa nilai tertinggi yaitu Filtek P60 (296,25 \pm 19,06 MPa) dan nilai terendah adalah Master Fill (184,39 \pm 6,26 MPa). Berdasarkan ukuran partikel yang terdapat pada Tabel 1 terlihat bahwa *filler* yang digunakan pada Filtek P60 mempunyai rentang ukuran yang lebih luas (0,01-3,5 μm) dibandingkan Master Fill (0,04-2,2 μm) sehingga memberikan kepadatan yang efisien saat menerima beban. Gaya akan dihasilkan lebih tinggi sampai spesimen fraktur sehingga nilai kekuatan tekan yang didapatkan akan lebih tinggi pula. Master Fill tidak memenuhi standar ISO dalam hal kuat tekannya, namun dalam uji lentur resin komposit Master Fill mempunyai kuat lentur yang lebih baik dari Brilliant Everglow dan Solare X.

Kuat kompresi/tekan resin komposit merupakan ketahanan material tersebut terhadap beban yang diberikan secara *uniform* pada satu permukaan dan dengan permukaan bawah/lawannya didukung secara *uniform* pula (Gambar 1).

Hasil data uji kuat lentur pada seluruh kelompok spesimen resin komposit mikrohibrida menghasilkan nilai tertinggi pada Filtek P60 (138,91 \pm 14,34 MPa) dan nilai terendah adalah Solare X (91,50 \pm 7,66 MPa). resin komposit Solare X pada Tabel 1 terlihat mengandung *filler* 65% tetapi ukuran *filler* nya antara 20-30 μm yang cenderung cukup besar. Hal ini berpengaruh terhadap kelenturan resin komposit tersebut yang rendah, karena dengan ukuran partikel *filler* yang lebih besar, maka resin komposit menjadi lebih getas (*brittle*) dan kuat lenturnya lebih rendah.

Restorasi resin komposit yang mempunyai kuat lentur yang tinggi (Filtek P60, Filtek Z250, Master fill) akan lebih tahan terhadap beban atau *stress-bearing load* sehingga baik sebagai bahan tumpat kavitas besar/lebar dengan dinding kavitas yang tipis pada restorasi

invasif minimal. Karena lebih lentur, resin komposit ini juga lebih tahan terhadap beban seperti pada pasien *bruxism* atau mengerot.

Kekuatan lentur menunjukkan ketahanan material terhadap fraktur ketika mengalami gaya pengunyahan yang kompleks dan memperlihatkan adanya sifat kelenturan. Berdasarkan ISO 4049 Tahun 2019 menyebutkan bahwa minimum nilai kuat lentur untuk bahan restorasi berbasis polimer adalah 80 MPa sehingga seluruh kelompok spesimen resin komposit mikrohibrida pada pengujian kuat lentur ini masih memenuhi standar ISO. Demikian pula untuk Uji kuat tekan pada 4 merek resin komposit mikrohibrida yang diuji masih memenuhi standar spesifikasi ISO yaitu kurang lebih antara 200-350 MPa untuk kuat tekan, sedangkan Resin komposit Master Fill belum memenuhi standar uji tekan ISO.¹⁰ Resin komposit dengan kuat tekan tinggi mempunyai ketahanan tinggi terhadap tekanan kunyah, khususnya bila permukaan tumpatan bagian atas dan bawahnya didukung luas permukaan yang hampir sama seperti halnya tumpatan kelas 1 gigi posterior. Selain resin komposit Master fill, sifat mekanis resin komposit yang lain masih dinyatakan sesuai standar (ISO 4049 2019) dan dapat digunakan pada permukaan oklusal gigi posterior.^{5,8}

Data hasil uji di atas menunjukkan bahwa nilai hasil uji kuat kompresi umumnya lebih tinggi dari pada nilai hasil uji kuat lentur pada seluruh spesimen resin komposit mikrohibrida. Jadi, uji kuat tekan memberikan informasi mengenai perbedaan sifat material getas yang pada umumnya lemah dalam tarikan / kompresi, sedangkan hasil uji kuat lentur memperlihatkan besarnya defleksi pada restorasi dengan rentang yang panjang dan menerima beban oklusal yang besar.⁷ Sebagai material restorasi gigi yang diaplikasikan pada lingkungan mulut dan akan mengalami berbagai jenis gaya pengunyahan antara lain gaya mekanis seperti gaya tekan atau kompresi gaya tarik diametral atau *transverse*, gaya lentur, gaya-gaya dinamis yang dapat menyebabkan fatik dan lain-lain, maka sifat mekanis resin komposit akan sangat dipengaruhi oleh komposisi resin matriks, *coupling agent*, volume, ukuran dan jenis *fillernya*, konfigurasi geometris dari kavitas atau ketebalan tumpatan.

KESIMPULAN

Dapat disimpulkan bahwa hasil uji lentur kelima merek resin komposit mikrohibrida yang diteliti masih memenuhi standar ISO 4409: 2019 untuk uji lenturnya dan hanya empat merek resin komposit mikrohibrida yang memenuhi standar uji tekan ISO. Filtek P60 memiliki nilai uji kuat tekan dan uji kuat lentur yang paling tinggi pada seluruh kelompok.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Penelitian dan Pengembangan Material Kedokteran Gigi (Lab. PPMKG) FKGUI. Untuk hal ini kami mengucapkan terima kasih.

KONFLIK KEPENTINGAN

Tidak ada konflik kepentingan dalam penelitian ini.

REFERENSI

1. John, A., & Hegde, M. N. (2022). Comparative Evaluation Of Compressive Strength And Flexural Strength Of Newer Posterior Composites: An In-Vitro Study. *International Journal of Clinical Dentistry*, 15(1), 139-149.
2. Della Bona, Á., Benetti, P., Borba, M., & Cecchetti, D. (2008). Flexural and diametral tensile strength of composite resins. *Brazilian oral research*, 22, 84-89.
3. Sonwane, S. R., & Hambire, U. V. (2015). Comparison of flexural & compressive strengths of nano hybrid composites. *Inter J Engin Trends and Applications (IJETA)*, 2(2), 47-52.
4. Gundogdu, M., Kurklu, D., Yanikoglu, N., & Kul, E. (2014). The evaluation of flexural strength of composite resin materials with and without fiber. *Dentistry*, 4(9), 1.
5. Standard, I. (2009). 4049. Dentistry–Polymer–Based Restorative Materials. *International Organization for Standardization, Geneva Switzerland*.
6. Jayanthi, N., & Vinod, V. (2013). Comparative evaluation of compressive strength and flexural strength of conventional core materials with nanohybrid composite resin core material an in vitro study. *The Journal of Indian Prosthodontic Society*, 13(3), 281-289.
7. Sakaguchi, R., & Ferracane, J. (2011). John Powers. *Craig's Restorative Dental Materials*. 13th ed. Mosby. P.73, p.149
8. Patil, A., Acharya, S. R., & Gijupalli, K. (2021). Comparative Evaluation of Flexural Strength of Two Newer Composite Resin Materials: An in Vitro Study. *Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada*, 21. Vol. 21, 0175.
9. Li, Y., Lin, H., Zheng, G., Zhang, X., & Xu, Y. (2015). A comparison study on the flexural strength and compressive strength of four resin-modified luting glass ionomer cements. *Bio-Medical Materials and Engineering*, 26(s1), S9-S17.
10. O'brien, W. J. (2002). Dental materials and their selection, 2002. *Quintessence*. p.116.