

PERBANDINGAN KEAUSAN (*Wear Resistance*) TUMPATAN KOMPOSIT DENGAN *FILLER* BERBAHAN DASAR ALAMI & SINTETIK

Risnayanti Anas¹, Indrya Kirana Mattulada², Syamsiah Syam³, Ira Asnita Sembiring⁴, Santika Aulia Malika⁵

^{1,2,3,4,5}Universitas Muslim Indonesia

Email: santikaaulia01@gmail.com

ABSTRAK

Latar Belakang: Resin komposit adalah bahan restorasi gigi yang banyak digunakan karena memiliki sifat mekanik dan estetika yang baik. Filler dalam komposit berperan penting dalam meningkatkan ketahanan keausan. Penelitian ini membandingkan sifat keausan tumpatan komposit dengan *filler* berbahan dasar alami dan sintetik. **Tujuan:** Mengetahui perbandingan sifat keausan (*wear resistance*) antara tumpatan komposit dengan *filler* berbahan dasar alami dan sintetik. **Metode:** Penelitian ini menggunakan desain quasi-eksperimental dengan pendekatan *pre-test dan post-test with control group design*. Sampel terdiri dari dua kelompok, yaitu resin komposit dengan *filler* hidroksiapatit tulang sapi sebagai bahan alami dan *filler* sintetik dari pabrikan, masing-masing 16 sampel. Pengujian dilakukan di Laboratorium Metalurgi Fisik Universitas Hasanuddin menggunakan alat Tribometer, dengan parameter kecepatan 220 rpm selama 30 detik. **Hasil:** Hasil uji menunjukkan bahwa rata-rata laju keausan komposit dengan *filler* alami adalah 0.7619 g/s, sedangkan komposit dengan *filler* sintetik adalah 0.6869 g/s. Uji statistik menggunakan Shapiro-Wilk menunjukkan data berdistribusi normal ($p > 0,05$), sementara uji T-independen menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan antara kedua kelompok ($p > 0,05$). **Kesimpulan:** Tidak terdapat perbedaan signifikan dalam sifat keausan antara tumpatan komposit dengan *filler* berbahan dasar alami dan sintetik, meskipun secara rata-rata *filler* sintetik menunjukkan ketahanan keausan yang lebih baik. **Kata Kunci :** Keausan, Resin Komposit, *Filler* Alami, *Filler* Sintetik, Hidroksiapatit.

ABSTRACT

Background: Composite resin is a widely used dental restorative material due to its excellent mechanical and aesthetic properties. Fillers in composites play a crucial role in enhancing wear resistance. This study compares the wear properties of composite restorations with natural and synthetic fillers. **Objective:** To compare the wear resistance of composite restorations containing natural and synthetic fillers. **Methods:** This study employed a quasi-experimental design with a pre-test and post-test with a control group approach. The samples consisted of two groups: composite resin with bovine bone hydroxyapatite as a natural filler and factory-manufactured synthetic filler; with 16 samples in each group. The test was conducted at the Physical Metallurgy Laboratory, Universitas Hasanuddin, using a Tribometer with a speed parameter of 220 rpm for 30 seconds. **Results:** The results showed that the average wear rate of composites with natural fillers was 0.7619 g/s, whereas composites with synthetic fillers had an average wear rate of 0.6869 g/s. The Shapiro-Wilk test confirmed a

*normal data distribution ($p > 0.05$), and the independent t-test indicated no significant difference between the two groups ($p > 0.05$). **Conclusion:** There was no significant difference in wear resistance between composite restorations with natural and synthetic fillers, although the synthetic filler exhibited slightly better wear resistance on average.*

Keywords: *Wear, Composite Resin, Natural Filler, Synthetic Filler, Hydroxyapatite.*

PENDAHULUAN

Menurut Survei Kesehatan Indonesia (SKI) 2023 persentase penduduk Indonesia yang mengalami permasalahan gigi dan mulut sebanyak 43,6%. Masalah kesehatan gigi dan mulut yang paling banyak ditemui di masyarakat adalah karies gigi. Karies gigi merupakan penyakit pada jaringan keras gigi yaitu email, dentin dan sementum yang disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme pada karbohidrat yang dapat difermentasi. Penggunaan komposit sebagai bahan restorasi dalam kedokteran gigi semakin meningkat karena beberapa faktor, antara lain keinginan pasien untuk memastikan gigi mereka kembali utuh, berfungsi dengan baik dan terlihat seperti gigi asli. Penelitian Tyas di Australia yang di publikasikan pada tahun 2021 menunjukkan bahwa restorasi komposit merupakan jenis restorasi yang paling banyak digunakan sebanyak 55%.

Resin komposit telah membuat kemajuan yang sangat pesat dalam pengembangan teknologi komposit karena sifat khusus terbarukannya dan juga memiliki kekuatan tinggi, kekakuan, ketahanan suhu tinggi, ketahanan korosi, dan lain - lain. Bahan restorasi resin komposit dapat mengembalikan estetik merupakan kebutuhan masyarakat. Resin komposit merupakan material restorasi yang semakin populer di bidang kedokteran gigi pada zaman sekarang. Komponen penting dari resin komposit adalah filler yang berfungsi untuk memperkuat ikatan dan memperkecil jumlah matriks. Selain itu, kekerasan, kekuatan, modulus elastisitas dan keausan juga ditingkatkan. Untuk mencapai biokompatibilitas yang baik dalam jaringan, pengisi resin komposit diganti dengan hidroksiapatit. Bahan resin komposit yang direndam dalam cairan asam sitrat memiliki kelarutan yang tinggi akan mengakibatkan erosi permukaan resin komposit. Hal tersebut mempengaruhi keausan dari resin komposit, sehingga akan mengakibatkan penurunan kekerasan permukaan resin komposit. Keberadaan pelumas seperti air liur juga mempengaruhi tingkat keausan.

Keausan resin komposit terkait dengan beberapa faktor termasuk jumlah dan ukuran partikel filler, dan formulasi kimia matriks resin. Adanya partikel filler yang berukuran lebih kecil dengan perbandingan volumetrik tertentu akan memperkecil jarak antar partikel dan

mengakibatkan keausan yang lebih rendah. Selain itu, kualitas ikatan filler - matriks dan proses curing yang tepat pada matriks resin merupakan faktor penting lainnya dalam keausan resin komposit. Secara umum, komposit gigi memiliki partikel filler yang lebih besar dari 1 μm , yang memiliki ketahanan rendah terhadap keausan.⁹ Hidroksiapatit (HA) dengan rumus kimia $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ merupakan biokeramik kalsium apatit yang ditemukan pada gigi dan tulang manusia. Dalam dunia pengobatan modern, zat hidroksiapatit sering digunakan sebagai pengganti tulang manusia yang rusak karena strukturnya sangat mirip dengan tulang manusia dan kompatibel.

Hidroksiapatit sendiri dapat dibuat dari bahan alami yang tinggi kalsium berupa kalsium karbonat, CaCO_3 . Kalsium karbonat mudah ditemukan pada tulang sapi dan cangkang tiram. Tulang sapi merupakan salah satu zat yang banyak mengandung CaCO_3 dan mudah ditemukan kapan saja, dimana saja dan hampir di setiap rumah. Penelitian sebelumnya yang dilakukan Anas 2023 menyatakan bahwa hidroksiapatit tulang sapi yang digunakan sebagai filler berpotensi untuk meningkatkan sifat kekerasan dari bahan tumpatan komposit.

METODE PENELITIAN

Penelitian yang digunakan yaitu eksperimental laboratorium dengan desain *pre-test* dan *post test only control group design*. Penelitian dilakukan pada bulan Februari 2025 di Laboratorium Metalurgi Fisik Departemen Teknik Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Metode pengambilan sampel yaitu, *purposive sampling* berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi. Data penelitian dianalisis dengan uji *shapiro-wilk*. Kemudian dilakukan uji parametrik uji *T independent*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilakukan menggunakan sampel yang berdiameter 4 mm dengan ketebalan 2 mm (n=32) yang dibagi menjadi 2 kelompok, 16 sampel komposit alami dari sintetik hidroksiapatit tulang sapi dengan metode *hydrothermal alkaline* dan 16 sampel dari komposit sintetik atau pabrikan. Kemudian dilakukan uji keausan diawali dengan penimbangan berat awal sampel kemudian dilakukan pengujian dengan menggunakan alat Tribometer. Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan rumus uji keausan dan akan didapatkan hasil uji keausan dalam satuan gram/second (g/s).

Tabel 5. 1 Distribusi hasil uji keausan (wear resistance) antara tumpatan komposit dengan filler berbahan dasar alami dan sintetik.

No.	Komposit Dengan <i>Filler</i> Berbahan Dasar Alami	Komposit Dengan <i>Filler</i> Berbahan Dasar Sintetik
1	0.60 g/s	0.80 g/s
2	0.63 g/s	1.20 g/s
3	0.57 g/s	0.67 g/s
4	0.53 g/s	0.87 g/s
5	0.60 g/s	0.77 g/s
6	0.97 g/s	0.70 g/s
7	0.90 g/s	1.03 g/s
8	0.60 g/s	0.77 g/s
9	0.60 g/s	0.77 g/s
10	0.40 g/s	0.97 g/s
11	0.80 g/s	0.67 g/s
12	0.90 g/s	0.93 g/s
13	0.80 g/s	0.07 g/s
14	0.43 g/s	0.47 g/s
15	0.93 g/s	0.70 g/s
16	0.73 g/s	0.80 g/s

Uji keausan diperoleh dengan menggunakan rumus dan akan didapatkan hasil keausan dalam satuan g/s.

$$LA = \frac{WS}{S}$$

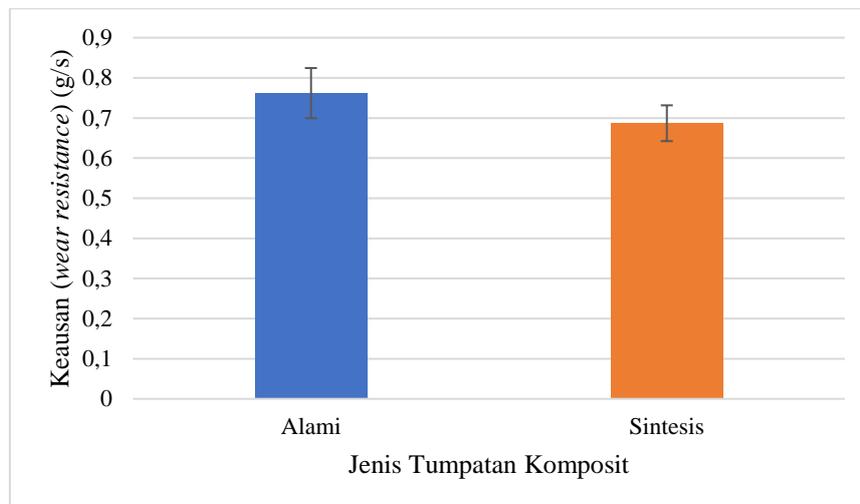
Keterangan :

LA = laju keausan

WS= selisih (berat awal – berat akhir)

S = waktu gesekan (detik)

Hasil penelitian tersebut dapat dilihat pada gambar 5.1



Gambar 5. 1 Hasil uji keausan (*wear resistance*) (g/s)

Dari hasil penelitian ini, menunjukkan nilai rata-rata hasil uji keausan (*wear resistance*) pada tumpatan komposit dengan *filler* berbahan dasar alami adalah 0.7619 g/s dan pada komposit dengan *filler* berbahan dasar sintetik adalah 0.6869 g/s.

Uji normalitas merupakan suatu uji yang perlu dilakukan sebelum melakukan analisis lebih lanjut. Uji normalitas bertujuan untuk menentukan apakah data yang digunakan terdistribusi normal atau tidak, yang menjadi syarat penting dalam banyak analisis statistik. Secara statistik, data dikatakan memenuhi asumsi normalitas jika nilai probabilitas (*p-value*) lebih besar dari 0.05 ($p\text{-value} > 0.05$). Sebaliknya, jika *p-value* lebih kecil dari taraf signifikansi ($p\text{-value} < 0.05$), maka data dianggap tidak terdistribusi normal. Pada penelitian ini digunakan uji *Shapiro-wilk* seperti yang disajikan pada tabel berikut:

Tabel 5. 2 Hasil uji Normalitas keausan (*wear resistance*) antara tumpatan komposit dengan *filler* berbahan dasar alami dan sintetik

		<i>Shapiro-wilk</i>		
		Mean (g)	df	<i>p-value</i>
Keausan (<i>wear resistance</i>)	Alami	0.7619	16	0.075
	Sintetik	0.6869	16	0.268

Ket: Uji *Shapiro Wilk*; normal jika ($p > 0,05$)

Berdasarkan tabel 5.2 tersebut menunjukkan bahwa pada kedua tumpatan komposit dengan *filler* berbahan dasar alami dan sintetik masing-masing diperoleh nilai *p-value* sebesar 0.075 dan 0.268, yang lebih besar dibandingkan 0.05 ($p\text{-value} > 0.05$). Hal ini menunjukkan

bahwa komposit dengan *filler* berbahan dasar alami dan sintetik terdistribusi normal. Selanjutnya dilakukan uji perbedaan dari kedua kelompok sampel dengan menggunakan uji *T-independent*. Hasil uji *T-Independent* dapat dilihat pada tabel 5.3 berikut:

Tabel 5. 3 Perbandingan keausan (wear resistance) antara tumpatan komposit dengan filler berbahan dasar alami dan sintetik

	Kelompok	N	Mean (g)	<i>p-value</i>
Keausan (<i>wear resistance</i>)	Alami	16	0.7619	0.337
	Sintetik	16	0.6869	
	Total	32		

Ket: Uji T-Independent, signifikan jika ($p < 0,05$)

Hasil analisis data *T-independent* didapatkan nilai *p-value* pada tumpatan komposit dengan *filler* berbahan dasar alami, yaitu *p-value* 0.337 yang artinya lebih besar dari 0.05 dengan rata-rata keausan (*wear resistance*) 0.7619 g/s. Maka berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua tumpatan komposit dengan *filler* berbahan dasar alami dan sintetik. Akan tetapi, berdasarkan nilai rata-rata uji keausan (*wear resistance*) menunjukkan bahwa komposit dengan *filler* berbahan dasar sintetik memiliki ketahanan terhadap keausan yang lebih baik dibandingkan *filler* berbahan dasar alami.

Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan bermakna antara kelompok komposit alami dan kelompok komposit sintetik. Hasil uji keausan (*wear resistance*) antara tumpatan komposit dengan *filler* berbahan dasar alami dan sintetik terlihat adanya variasi nilai keausan antara kedua jenis *filler*. Berdasarkan perhitungan rata-rata yang ditampilkan pada komposit dengan *filler* berbahan dasar alami memiliki nilai rata-rata keausan sebesar 0.7619 g/s, sedangkan komposit dengan *filler* berbahan dasar sintetik memiliki rata-rata keausan sebesar 0.6869 g/s. Selanjutnya, pengujian menggunakan uji T-independent menunjukkan bahwa nilai *p-value* ($> 0,05$) untuk kedua kelompok yaitu 0.337, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik antara keausan komposit dengan *filler* berbahan dasar alami dan sintetik.

Meskipun secara statistik tidak terdapat perbedaan signifikan, nilai rata-rata menunjukkan bahwa komposit dengan *filler* berbahan dasar sintetik memiliki ketahanan

terhadap keausan yang lebih baik dibandingkan dengan *filler* berbahan dasar alami. Hal ini dikarenakan pada *filler* berbahan dasar alami, mengandung hidroksiapatit yang berpengaruh pada peningkatan daya tahan material terhadap keausan.

Pada penelitian yang dilakukan Ramesh, dkk (2021) menunjukkan bahwa komposit dengan *filler* alami cenderung memiliki tingkat porositas lebih tinggi dibandingkan dengan *filler* sintetik. Peningkatan porositas ini dapat mempercepat abrasi material selama gesekan, sehingga meningkatkan laju keausan. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Fu, dkk (2019) menyatakan bahwa *filler* alami memiliki *adhesi* yang lebih rendah dengan matriks resin dibandingkan *filler* sintetik. Ini dapat mengurangi efektivitas transfer beban dan meningkatkan laju keausan selama proses gesekan.

Penelitian yang dilakukan oleh Suryani, dkk (2019) menunjukkan bahwa resin komposit yang dibuat dengan *filler* hidroksiapatit dari tulang ikan air tawar memiliki nilai kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan dengan resin komposit tanpa *filler* tersebut. Hal ini mengindikasikan bahwa penggunaan *filler* berbahan dasar alami dapat meningkatkan kekerasan permukaan resin komposit, yang berpotensi meningkatkan ketahanan terhadap keausan.

Menurut Djustiana, dkk (2022) penggunaan *filler* hidroksiapatit alami yang diekstraksi dari tulang ikan air tawar pada resin komposit menunjukkan peningkatan kekerasan dan ketahanan abrasi yang lebih baik dibandingkan dengan *filler* sintetik. Hal ini disebabkan oleh sifat hidroksiapatit yang memiliki kekerasan menyerupai dentin gigi alami, sehingga meningkatkan performa material komposit dalam aplikasi kedokteran gigi.

Menurut Johnson, dkk (2021) komposit dengan *filler* sintetik dan alami memiliki karakteristik yang berbeda dalam ketahanan aus dan adhesi dengan matriks resin. *Filler* sintetik, seperti silika dan zirconia menunjukkan distribusi partikel yang lebih seragam dan adhesi yang lebih kuat dengan resin, sehingga meningkatkan ketahanan terhadap keausan dan kekuatan mekanis. Di sisi lain, *filler* alami seperti hidroksiapatit sebagai komponen utama yang dipadukan dengan kolagen dan senyawa organik sehingga memberikan kekuatan mekanik. Sumber biologis memiliki keunggulan dalam biokompatibilitas dan kemampuan meningkatkan kekerasan permukaan, tetapi cenderung memiliki porositas lebih tinggi yang dapat mempercepat abrasi. Oleh karena itu, kombinasi metode pengolahan yang tepat diperlukan untuk mengoptimalkan performa kedua jenis *filler* dalam aplikasi material komposit.

Berdasarkan hasil tersebut, peneliti berasumsi bahwa penggunaan *filler* berbahan dasar sintetik dapat memberikan ketahanan keausan yang lebih baik dibandingkan dengan *filler* alami. Dikarenakan sifat hidroksiapatit alami yang memiliki struktur kristalin yang lebih mendekati jaringan biologis asli, sehingga mampu meningkatkan interaksi antar matriks resin dan *filler* serta tidak memperkuat daya tahan terhadap gaya gesek. Selain itu, jika dibandingkan dengan hasil penelitian terdahulu seperti yang dilakukan oleh Nina Djustiana, dkk (2023) penggunaan hidroksiapatit alami dari tulang ikan air tawar juga menunjukkan peningkatan kekerasan dan ketahanan abrasi yang lebih baik dibandingkan *filler* sintetik. Temuan ini menguatkan dugaan bahwa *filler* berbahan dasar alami memiliki keunggulan dalam meningkatkan performa material komposit, terutama dalam aplikasi yang membutuhkan ketahanan terhadap keausan.

Dari hasil uji statistik pada penelitian ini, tidak ditemukan perbedaan yang signifikan antara kedua jenis *filler*, meskipun nilai rata-rata keausan menunjukkan bahwa komposit sintetik lebih baik daripada komposit dengan komposit alami. Hal ini mungkin disebabkan oleh variabel lain, seperti distribusi ukuran partikel *filler*, metode pencampuran atau interaksi antara *filler* dan matriks resin yang belum sepenuhnya optimal. Peneliti juga berasumsi bahwa meskipun *filler* alami menunjukkan potensi yang baik dalam meningkatkan keausan (*wear resistance*), karakteristik mekanisnya masih dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor lain seperti proses sintetik, kemurnian bahan, dan teknik fabrikasi komposit.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Tidak terdapat perbedaan signifikan dalam sifat keausan antara tumpatan komposit dengan *filler* berbahan dasar alami dan sintetik, meskipun secara rata-rata *filler* sintetik menunjukkan ketahanan keausan yang lebih baik.

Saran

1. Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut terkait optimasi komposisi dan proses pembuatan agar sifat mekanisnya dapat lebih ditingkatkan. Penggunaan bahan alami juga lebih ramah lingkungan dan dapat menjadi alternatif yang lebih berkelanjutan dibandingkan *filler* sintetik.

2. Penelitian selanjutnya disarankan untuk pengembangan produk berbasis komposit ini dalam bidang industri dan kedokteran, seperti material restorasi gigi atau komponen mekanis dengan ketahanan aus yang tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Trihono, Thaha AR, Musadad A, Junadi P. dkk. Survei Kesehatan Indonesia (SKI). KEMENKES. 2023. 319 p.
- Magfira, Geoliling A, Suprpti. Prosedur Pembuatan Mahkota Indirect Composite Pada Gigi Incisivus Lateralis Rahang Atas. Indonesian Health Journal. 2024;3(1). 40-41 p.
- Pardosi SS, Siahaan YI, Restuning S. Dkk. Hubungan Status Gizi Terhadap Terjadinya Karies Gigi Pada Anak Sekolah Dasar. Dental Therapist Journal. 2022. 4(1). 2 p.
- Armianti IGS. Pemolesan Tumpatan Komposit Dapat Menurunkan Angka Perubahan Warna (Diskolorisasi) Pada Resin Komposit Nanofiller Yang Disebabkan Oleh Penggunaan Obat Kumur Chlorhexidine. Interdental Jurnal Kedokteran Gigi. 2019;15(1). 17 p.
- Dewiyani S, Puspitasari I. Penggunaan Bahan Restorasi di Rumah Sakit Gigi dan Mulut Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Prof. Dr. Moestopo (Beragama)/RSGM FKG UPDM (B) pada Tahun 2014-2016. e-GiGi. 2021;9(2). 318 p
- Rahmawaty SA, Parmita AWYP, Laksono. Analisa Kekuatan Tarik dan Tekuk pada Komposit Fiberglass-Polyester Berpenguat Serat Gelas dengan Variasi Fraksi Volume Serat. Jurnal Teknik Mesin. 2021;5(3). 147 p.
- Hasratiningsih Z, Karlina E, Primasari VS. Analisis Kekuatan Tarik Diametral Resin Komposit Olahan Sendiri Dengan Filler Hidroksiapatit Dari Tulang Ikan Air Tawar. Jurnal Material Kedokteran Gigi. 2015;4(1). 16 p.
- Tista IGNB, Hartini IGAA, Devi IAGK. The Immersion Of Resin Nanohybrid Composite In Lemon (Citrus Lemon) Juice May Decrease Its Hardness Property. Interdental Jurnal Kedokteran Gigi. 2020;16(2). 63 p.
- Asadian F, Hoseini AP, Ahmadian L. dkk. In Vitro Attrition Wear Resistance Of Four Types Of Paste-Like Bulk-Fill Composite Resins. BMC Oral Health. 2022;22(360). 2 p.
- Fitriawan M, Amalia SR, Saputra BA. dkk. Sintesis Hidroksiapatit Berbahan Dasar Tulang Sapi dengan Metode Pretipitasi sebagai Kandidat Pengganti *Graft* Berdasarkan *Compressive Strength*. Prosiding SNMF. 2014.
- Anas R. Pemanfaatan Hidroksiapatit Tulang Sapi Sebagai *Filler* Terhadap Peningkatan Sifat Kekerasan Tumpatan Komposit. 2023.

- Ramesh, M., Palanikumar, K., & Reddy, K. H. Plant Fiber Based Bio-Composites: Sustainable and Renewable Green Materials. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2021. 79, 558-584 p.
- Fu, S. Y., Lauke, B., & Mai, Y. W. Effects of Particle Size, Particle Matrix Interface Adhesion and Particle Loading on Mechanical Properties of Particulate–Polymer Composites. *Composites Part B: Engineering*. 2019; 39(6). 933-961 p.
- Suryani R, Pratiwi R, Setiawati T. Pengaruh Penambahan Hidroksiapatit Dari Tulang Ikan Air Tawar Terhadap Kekerasan Resin Komposit. *Jurnal PDGI*. 2019;68(2):85-91 p.
- Djustiana N, Herda E, Bachtiar A. Uji Kekerasan Resin Komposit Olahan Sendiri Dengan Filler Hidroksiapatit Dari Tulang Ikan Air Tawar. *Jurnal Material Biomedis*. 2022;10(2):45-52 p.
- Johnson T, Smith R, Lee M. Comparative analysis of synthetic and natural fillers in composite materials: Wear resistance and adhesion properties. *J Mater Sci Med*. 2021;35(4):567-575 p.