

## PENGARUH pH ASAM TERHADAP SIFAT MEKANIK RESIN KOMPOSIT

Ilham Ali Syahputra<sup>1\*</sup>, Meilan Arsanti<sup>2</sup>

<sup>1-2</sup>Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Islam Sultan Agung

E-mail Korespondensi: meilanarsanti@unissula.ac.id

Disumbit: 13 Januari 2025

Diterima: 10 Maret 2025

Diterbitkan: 01 April 2025

Doi: <https://doi.org/10.33024/mnj.v7i4.19110>

### ABSTRACT

*Composite resin materials are most widely used in dentistry today, to fill anterior and posterior teeth. The properties of composite resin are physical properties, mechanical properties, and chemical properties. The properties of composite resin can be affected by low pH (acid). The effect of acidic pH can cause matrix degradation and erosion of composite resin, thus affecting compressive strength, surface hardness, and wear rates. Various previous studies have proven the effect of acidic pH on the mechanical properties of composite resin. The purpose of writing this literature study is to determine how acidic pH affects the mechanical properties of composite resin on compressive strength, surface hardness, and wear rates of composite resin. The effect of acidic pH can cause erosion, matrix separation or hydrolytic degradation of particles/matrix. Acidic pH causes composite resin to erode, which will affect the surface and reduce hardness. Matrix degradation is the breaking of the methacrylate group in Bis-GMA because the composite resin polymer contains unstable bonds so that the matrix is increasingly broken down resulting in decreased compressive strength<sup>4</sup>. As dentists, we should take an important role in choosing composite resin materials used as filling materials.*

**Keywords:** Composite Resin, Mechanical Properties of Composite Resin, Acid pH

### ABSTRAK

Bahan resin komposit paling banyak digunakan dibidang kedokteran gigi saat ini, untuk menumpat gigi anterior dan gigi posterior. Sifat Resin komposit yang dimiliki yaitu sifat fisik, sifat mekanik, dan sifat kimiawi. Sifat - sifat resin komposit dapat dipengaruhi oleh pH rendah (asam). Pengaruh pH asam dapat mengakibatkan degradasi matriks dan erosi pada resin komposit sehingga mempengaruhi kekuatan tekan, kekerasan permukaan, dan ketahanan terhadap Aus (Wear rates). Berbagai penelitian terdahulu membuktikan adanya pengaruh pH Asam terhadap sifat mekanik resin komposit. Tujuan penulisan studi pustaka ini adalah untuk mengetahui bagaimana pengaruh pH asam terhadap sifat mekanik resin komposit pada kekuatan tekan, kekerasan permukaan, dan ketahanan terhadap Aus (Wear rates) resin komposit. Efek pH asam dapat menyebabkan erosi, pemisahan matriks atau degradasi hidrolitik partikel/matriks. pH asam menyebabkan resin komposit tererosi maka akan mempengaruhi permukaan dan menurunkan kekerasan. Degradasi matriks merupakan terputusnya gugus metakrilat pada Bis-GMA karena polimer resin komposit mengandung ikatan yang tidak stabil sehingga matriks semakin terurai

mengakibatkan kekuatan tekan menurun. Sebagai dokter gigi, kita hendaknya mengambil peran penting dalam memilih bahan resin komposit yang digunakan sebagai bahan tumpatan.

**Kata Kunci:** Resin Komposit, Sifat Mekanik Resin Komposit, Ph Asam

## PENDAHULUAN

Resin komposit merupakan bahan restorasi yang banyak digunakan di kedokteran gigi modern. Bahan tersebut digunakan untuk merestorasi karies, abrasi enamel dan juga untuk estetika karena memiliki kesesuaian yang baik dengan gigi (Moon, 2015). Menurut Survey ini dilakukan pada 271 dokter gigi yang terdaftar dalam e-Sertifikasi Persatuan Dokter Gigi Indonesia (PDGI) Bandung yang melakukan praktik mandiri didapat bahan resin komposit sekitar 72% digunakan sebagai bahan tumpat, sekitar 77,90% sebagai bahan tumpat yang direkomendasikan dokter gigi, dan sekitar 97,80% sebagai bahan tumpat yang sering dipilih pasien mandiri (Nabilla, 2021).

Sifat mekanik resin komposit diantaranya kekuatan tekan, kekerasan permukaan, modulus elastisitas dan ketahanan terhadap Aus (Wear rates). Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi sifat mekanik resin komposit pada kekuatan tekan, kekerasan permukaan, modulus elastisitas dan ketahanan terhadap Aus (Wear rates) salah satunya makanan atau minuman yang dikonsumsi pasien (Ilday, 2010). Apabila makanan atau minuman yang dikonsumsi oleh pasien mengandung asam maka akan terjadi degradasi matriks dan erosi pada resin komposit. paparan asam dari makanan atau minuman yang sering dikonsumsi masyarakat menyebabkan kerusakan hidrolitik resin, putusya ikatan antara matriks resin dan filler, dan terjadi erosi pada permukaan resin komposit (Sakaguchi, 2019).

Masyarakat Indonesia saat ini memiliki gaya hidup yang bervariasi. Hal ini terlihat dari meningkatnya konsumsi terhadap makanan dan minuman yang memiliki rasa asam dengan pH 2,48-2,5 atau pH asam/pH rendah < 7. Makanan atau minuman yang mengandung asam jika dikonsumsi secara terus menerus dalam waktu yang cukup lama dapat mengerosi bahan tumpatan dan degradasi matriks sehingga menurunkan kekuatan tekan, kekerasan permukaan, modulus elastisitas dan ketahanan terhadap Aus (Wear rates) (Tandrayuana, 2017).

Penelitian terdahulu membuktikan bahwa pH asam dapat memberikan pengaruh terhadap sifat mekanik resin komposit seperti kekuatan tekan, kekerasan permukaan, modulus elastisitas dan ketahanan terhadap Aus (Wear rates). Resin komposit yang direndam cairan pH asam menyebabkan kerusakan yang lebih besar pada permukaan resin komposit dan salah satu faktor yang menyebabkan kekasaran resin komposit. Semakin lama terpapar cairan asam maka kekerasan permukaan enamel semakin menurun, sehingga dapat menurunkan nilai kekuatan tekan resin komposit menjadi lebih rendah. Hal ini dapat dikarenakan terjadinya pelepasan ion yang besar dan perubahan jumlah relatif ion. Pelepasan ion kalsium (Ca) resin komposit menyebabkan nilai kekuatan tekan menurun (Kafalia, 2017).

Munculnya berbagai kondisi terkait sifat mekanik resin komposit akibat terpapar pH asam dalam waktu lama atau secara terus menerus, seperti kondisi kekasaran permukaan melebihi batas melebihi batas kritis  $0,2 \mu\text{m}$ , erosi dan degradasi pada matriks. Kondisi tersebut menyebabkan risiko terbentuknya plak, karies sekunder (Sirait, 2021), perubahan warna, kerusakan permukaan dan warna tumpatan serta dapat menyebabkan iritasi pada jaringan lunak sekitar. Sehingga berpengaruh pada penurunan nilai kekuatan tekan dan kekerasan permukaan resin komposit. Tujuan penulisan pustaka ini adalah untuk mengetahui bagaimana pengaruh pH asam terhadap kekuatan tekan, dan kekerasan permukaan.

#### TINJAUAN PUSTAKA

Resin komposit merupakan material restorasi langsung yang paling banyak digunakan dibidang kedokteran gigi. Resin komposit mempunyai beberapa keunggulannya dibanding material restorasi lainnya terletak pada sifat fisik, segi estetika tampilan klinis yaitu bentuk dan sewarna sesuai dengan gigi asli serta sifat mekanis. Keunggulannya seperti kekuatan tekan yang tinggi, daya tahan yang kuat, dan koefisien termal ekspansi yang lebih rendah dibandingkan bahan restorasi lainnya. Sifat mekanik yang dimiliki resin komposit diantaranya kekuatan tekan, kekerasan permukaan, modulus elastisitas dan ketahanan terhadap Aus (Wear rates) (Ansui, 2016).

Resin komposit dapat didefinisikan sebagai gabungan dari

beberapa bahan dengan sifat-sifat unggul atau lebih baik daripada bahan itu sendiri. Bahan komposit alamiah adalah email gigi dan dentin. Komponen enamelin pada email mewakili matriks organik, sementara pada dentin, matriks terdiri atas kolagen (Kawai, 2000). Resin komposit terdiri dari empat komponen utama yaitu matriks polimer organik, partikel filler anorganik, coupling agent, dan sistem inisiator-akselerator. Komponen tersebut ditambahkan untuk membuat sifat mekanik meningkat, koefisien ekspansi dan perubahan dimensi yang rendah serta ketahanan yang tinggi. Pigmen dan Ultraviolet (UV) absorber ditambahkan untuk menyesuaikan warna gigi dan meminimalkan perubahan warna karena oksidasi (Zakiyah, 2020).

Resin komposit memiliki beberapa sifat menguntungkan dimana resin komposit mempunyai konduktivitas termal baik bagi email dan dentin dibandingkan dengan amalgam. Resin komposit juga memiliki sifat mekanik yang tinggi

#### METODOLOGI PENELITIAN

Sifat mekanik resin komposit diantaranya: kekuatan tekan, modulus elastisitas, kekerasan permukaan, modulus elastisitas, dan ketahanan terhadap aus (*Wear Rates*). Menurut Craig R. G., Powers J. M. (2012), sifat mekanik yang dimiliki Sifat menakis yang dimiliki resin komposit yaitu, *flexural strength* dan *modulus, compressive strength* dan *modulus, knoop hardness*, serta kekuatan perlekatan pada substrat gigi, yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Sifat Fisik dan Mekanik komposit

Property	Nano Composite	Multipurpose Composite	Microfill Composite
Flexural Strength (Mpa)	180	80 – 160	60 – 120
Flexural Fatuge Limit (Mpa)	-	60 – 110	-
Compressive Strength (Mpa)	460	240 – 290	240 – 300
Compressive Modulus (Mpa)	-	5.5 – 8.3	2.6 – 4.8
Diametral Tensile Strength (Mpa)	61	30 – 55	25 – 40
Linear Polymerization Shrinkage (%)	-	0.7 – 1.4	2.0 – 3.0
Color Stability, stained by juice/tea	-	4.3	-

Sifat mekanis dapat terpengaruh karena adanya penurunan dimensi partikel dan meluasnya penyebaran partikel, peningkatan muatan bahan pengisi yang dapat diterima, dan tanpa adanya peningkatan viskositasnya. Hal ini dapat menghasilkan sifat mekanis yang lebih baik, yang terdiri dari kekuatan tensil, kekuatan tekan, dan sifat mekanis lainnya.

#### Kekuatan Tekan (*Compressive Strength*)

Menurut Annusavice (2012), kekuatan tekan atau *compressive strength* adalah ketahanan internal benda terhadap beban, dimana beban tersebut merupakan suatu benda yang ditempatkan dibawah beban yang cenderung menekan atau

memendekannya. Kekuatan tekan yang diukur dengan ukuran megapascal (MPa) termasuk dalam sifat mekanis yang dimiliki oleh resin komposit atau suatu material.

Kekuatan tekan dapat dihasilkan ketika suatu benda diberikan dua gaya sekaligus yang berlawanan satu sama lain pada satu garis tegak yang sama, atau ketika salah satu permukaan suatu benda berada dibatas dan permukaan benda lain yang diberikan gaya langsung kearah sisi pembatas. Ketika suatu bahan material diberikan gaya tekan akan menghasilkan suatu kerusakan, dan kerusakan tersebut akan menghasilkan *complex stress*. Nilai kekuatan tekan resin komposit dapat dilihat table 2. dibawah ini.

Tabel 2. Nilai Kekuatan Tekan Resin Komposit

Bahan	Jenis	Kekuatan Tekan (MPa) Mean ± SD
Filtek Z250	<i>universal hybrid</i>	318,0 ± 37,9
Filtek Z350 XT	<i>nanocomposite</i>	291,7 ± 23,6
Filtek P90	<i>microhybrid</i>	252,5 ± 51,0
Tetric N-Ceram Bulk Fill	<i>nanohybrid bulk fill</i>	260,0 ± 31,9
Tetric N-Ceram	<i>nanohybrid</i>	308,6 ± 29,3
IPS Empress Direct	<i>nanohybrid</i>	272,0 ± 32,9

### **Kekerasan Permukaan**

Kekerasan suatu material adalah ketahanan material tersebut terhadap gaya penekanan dari material lain yang lebih keras. Kekerasan suatu bahan berhubungan dengan ketahanan abrasi artinya semakin keras suatu bahan maka semakin tahan terhadap abrasi. Kekerasan merupakan sifat yang penting dari suatu bahan restorasi, dimana kekerasan juga merupakan ketahanan suatu bahan dalam menahan gaya penekan. Kekerasan dapat digunakan sebagai alat ukur suatu bahan tumpatan untuk mengetahui kemampuan suatu bahan dalam menahan daya tekanan dengan tidak melebihi nilai batas kritis  $0,2 \mu\text{m}$ . Sifat kekerasan ini sangat dibutuhkan karena dapat mempengaruhi terhadap gesekan saat mengunyah makanan dan menyikat gigi.

Beberapa cara yang sering digunakan untuk mengukur kekerasan: Brinne/, Knoop, Rockwei/, dan Vickers Hardness Tester. Bahan yang akan diuji ditekan dengan suatu bahan dan waktu tertentu. Perbedaan dari metode itu terletak pada materi indentasi, geometri dan tekanan yang digunakan. Dalam penelitian laboratoris ini digunakan "VickersHardness Tester" yang merupakan salah satu cara pengukuran kekerasan suatu bahan. Resin komposit memiliki beberapa sifat yang mempengaruhi kekerasannya, salah satunya adalah sifat menyerap air. Penurunan kekerasan komposit diakibatkan oleh sifatnya yang menyerap air.

### **Modulus elastisitas**

Modulus elastisitas dari resin komposit microfilled dan flowable biasanya lebih rendah daripada resin komposit packable karena penurunan volume persen bahan

pengisi yang terdapat di dalam resin ini sendiri.

### **Ketahanan terhadap aus (Wear Rates)**

Wear rates merupakan suatu bahan dalam menahan daya gesekan. Dalam kondisi klinis, restorasi komposit bersentuhan dengan permukaan lain seperti gigi yang berlawanan, partikel makanan, dan cairan rongga mulut, yang dapat menyebabkan keausan dan degradasi permukaan<sup>15</sup>. Studi klinis menunjukkan bahwa komposit ideal untuk restorasi anterior di mana estetik sangat penting dan gaya oklusal rendah. Tingkat keausan lebih besar di segmen posterior dimana kekuatan oklusal dan kontak lateral yang lebih menonjol daripada di segmen anterior.

### **HASIL PENELITIAN**

#### **Pengaruh Ph Asam Terhadap Kekuatan Tekan**

Pada penelitian Nuari, S (2019), menjelaskan bahwa perendaman resin komposit dengan pH asam sekitar 5,16 - 5,69 selama 1 hari, 3 hari dan 5 hari mengalami perbedaan kekuatan tekan. Hasil penelitian pada perendaman 1 hari didapat nilai kekuatan tekan 220,94 MPa, perendaman 3 hari didapat 158,56 MPa, dan perendaman 5 hari didapat 100,68 MPa. Terlihat bahwa hasil uji kekuatan tekannya, yaitu semakin lama direndam dalam larutan pH asam kekuatan uji tekannya terus menurun.

Penurunan kekuatan tekan pada resin komposit dikarenakan penyerapan air dan kelarutan mengalami peningkatan setelah direndam dalam minuman pH asam. Hal tersebut menyebabkan degradasi dan menurunkan sifat mekanis resin komposit. Penurunan kekerasan terjadi ketika polimer material menyerap air kemudian

menyebabkan hidrolitik breakdown dan hilangnya ikatan antara resin matriks dengan filler (Annusavice, 2014).

Air yang mengandung asam akan diserap oleh komposit sehingga dapat menyebabkan rusaknya ikatan antara matriks dan filler. Terganggunya ikatan matriks dan filler mengakibatkan terbentuknya monomer sisa metil metakrilat. Monomer sisa tersebut akan terlepas dari komposit apabila bersentuhan dengan cairan yang bersifat asam. Asam memiliki banyak ion H<sup>+</sup> yang berdifusi ke dalam matriks resin dan mengikat ion negatif dalam matriks untuk keluar. Hilangnya ion dalam matriks mengakibatkan ikatan kimia menjadi tidak stabil sehingga matriks juga larut dan terurai<sup>3</sup>. Sehingga menurunkan sifat mekanis dari resin komposit yaitu menurunkan kekuatan tekannya (Imansari, 2018).

Penelitian Claudia (2021), menjelaskan bahwa terpapar cairan asam selama 24 jam akan mengalami penurunan kekuatan tekan bahan resin terjadi karena adanya pelepasan ion yang besar dan perubahan jumlah relatif ion. Pelepasan ion yang lebih besar ditemukan terjadi pada kondisi asam<sup>16</sup>. Larutan yang diserap akan mengganggu ikatan silang ion-ion logam, terutama ion kalsium (Ca) ikut terlarut. Ion Ca merupakan salah satu unsur penting dalam proses pengerasan resin dan membentuk ikatan silang terhadap molekul polimer. Terjadinya pelepasan ion Ca menyebabkan nilai kekuatan tekan menurun.

#### **Pengaruh pH Asam terhadap Kekerasan Permukaan**

Pada penelitian yang dilakukan Yunus (2020), didapatkan hasil bahwa resin komposit yang terpapar pH asam selama 30 menit, 60 menit dan 120 menit memiliki nilai

kekerasan  $93,31 \pm 4,007$  HV direndam selama 30 menit, nilai kekerasan  $82,53 \pm 2,623$  HV direndam selama 60 menit, dan nilai kekerasan  $61,48 \pm 4,623$  HV setelah terendam 120 menit. Terlihat bahwa kekerasan permukaan resin komposit yang terpapar pH asam semakin lama akan mengakibatkan kekerasan permukaan semakin menurun.

Larutan dengan pH asam memiliki banyak ion H<sup>+</sup> semakin asam suatu larutan semakin banyak ion H<sup>+</sup> yang terkandung sehingga semakin melarutkan bahan material resin komposit menyebabkan hidrolitik breakdown dan hilangnya ikatan antara resin matriks dan filler sehingga dapat mengakibatkan erosi permukaan. Hal tersebut mempengaruhi keausan dari resin komposit, sehingga mengakibatkan penurunan kekerasan permukaan resin komposit. Hasil penelitian murni eksperimental dengan rancangan *the pre-posttest Control Group Design* menunjukkan bahwa semakin rendah nilai pH maka sifat asamnya lebih kuat mengakibatkan erosi permukaan resin komposit. Hal tersebut mempengaruhi keausan dari resin komposit.

Pada penelitian Paradosi, dkk (2021) menjelaskan bahwa resin komposit yang direndam pada kandungan asam dan pH rendah (pH 4,7 dan pH 5,1) dapat mempengaruhi kekerasan resin komposit. Nilai kekerasan  $91,21 \pm 5,61$  didapat pada rendaman dengan pH 4,7 dan nilai kekerasan  $93,22 \pm 7,40$  pada rendaman dengan pH 5,5. Hal ini dikarenakan adanya degradasi matriks yang terjadi akibat proses difusi air masuk ke dalam resin komposit yang berakibat lanjut berupa perubahan struktur mikro komposit. Perubahan tersebut mengakibatkan terbentuknya pori pada resin komposit yang mengakibatkan penurunan kekerasan resin komposit.

Penurunan kekerasan pada resin komposit terlihat bahwa semakin rendah nilai pH asam maka semakin menurunkan kekerasan yang lebih besar. Semakin rendah nilai pH maka semakin tinggi proses

penyerapan air sehingga matriks resin komposit terputus dan dapat menurunkan kekerasan resin komposit.

## PEMBAHASAN

Dari penelusuran pustaka, diketahui bahwa kondisi asam dalam rongga mulut dapat mengakibatkan kerusakan. Ada beberapa faktor yang diduga sebagai penyebab kerusakan permukaan resin komposit, salah satunya pengaruh pH yang rendah (asam). Asam memiliki ion  $H^+$  yang tinggi dan dapat berdifusi mengisi celah-celah di antara rantai polimer. Hal ini menyebabkan ikatan rantai polimer terputus karena proses hidrasi. Ion  $H^+$  akan bereaksi dengan gugus metakrilat pada ujung matriks resin komposit. Gugus metakrilat yang berikatan dengan ion  $H^+$  akan terputus dari polimer sehingga terjadi pelepasan monomer. Proses ini disebut sebagai proses degradasi matriks.

Dari analisis melalui literature selection process sebanyak 20 artikel bahwa penurunan kekuatan tekan dan resistensi dipengaruhi adanya gangguan struktur dan hilangnya sebagian besar komponen dikarenakan paparan asam terutama asam kuat seperti, asam klorida ( $HCl$ ), asam sulfat ( $H_2SO_4$ ), asam nitrat ( $HNO_3$ ), dan asam fosfat ( $H_3PO_4$ ). Penurunan kekuatan tekan juga dipengaruhi oleh periode lamanya perendaman. Penurunan kekuatan tekan dipengaruhi waktu perendaman serat, sehingga terjadi yang dapat terganggunya kelangsungan jaringan. Penurunan kekuatan tekan tampak setelah dilakukan perendaman selama 8 jam dalam asam klorida dan retakan dihasilkan di permukaan setelah direndam dalam asam klorida selama 24 jam.

Asam juga dapat menghasilkan erosi pada permukaan resin komposit. Asam memiliki banyak ion  $H^+$  semakin asam suatu larutan semakin banyak ion  $H^+$  yang terkandung sehingga semakin melarutkan bahan material. Semakin lama perendaman maka akan semakin banyak partikel larutan yang masuk kedalam ruang mikroporositas resin, sehingga kekuatan resin komposit, seperti kekuatan flexural menurun. Paparan asam pada resin komposit akan mempengaruhi perlekatan adhesi antara glass fiber dan matriks yang mempengaruhi terjadinya penurunan nilai dari kekuatan flexural, hal ini dikarenakan lamanya perendaman akan menyebabkan semakin banyak partikel larutan yang masuk kedalam ruang mikroporositas resin.

Penurunan kekerasan dapat diperparah dengan adanya gesekan mekanik yaitu pada saat mengunyah makanan dan menyikat gigi. Permukaan gigi yang terpapar/terendam cairan/makanan asam dalam waktu lama dan terus-menerus dalam beberapa hari akan langsung mengalami demineralisasi. Demineralisasi yang terus-menerus akan membentuk pori-pori kecil pada enamel yang disebut juga porositas, yang akan menyebabkan kekerasan enamel menurun. dikarenakan juga adanya kandungan Asam sitrat dua kali lebih destruktif terhadap enamel gigi dibanding dengan asam klorida atau asam nitrat.

Pada penelitian true experimental dengan posttest-only control group design didapat semakin rendah nilai pH sebesar 4,7 semakin tinggi proses penyerapan air sehingga matriks resin komposit terputus dan dapat menurunkan kekerasan resin komposit.

### KESIMPULAN

Resin komposit memiliki keunggulan sifat mekanik yang dimiliki yaitu kekuatan tekan (*Compressive Strength*), kekerasan permukaan, ketahanan terhadap aus (*Wear Rates*). Makanan atau minuman asam (pH asam) dapat mempengaruhi kekuatan tekan (*Compressive Strength*), kekerasan permukaan, ketahanan terhadap aus (*Wear Rates*). Efek yang ditimbulkan akibat pH asam terjadinya penurunan kekuatan tekan, dan kekerasan permukaan akibat degradasi matriks, demineralisasi, erosi permukaan, dan Pelepasan ion lebih besar dan Keausan pada resin komposit.

### Saran

Upayakan memelihara Kesehatan gigi dan mulut pada masyarakat yang berhubungan dengan rongga mulut terkait makanan atau minuman terutama akibat pH asam pada restorasi gigi sehingga mampu melakukan perawatan gigi. Tingkatkan edukasi oleh dokter gigi kepada pasien terkait konsumsi makanan atau minuman asam yang berpengaruh terhadap bahan restorasi. Dokter gigi hendaknya memilih bahan resin komposit yang digunakan sebagai bahan tumpatan

### DAFTAR PUSTAKA

- Abuelenain, D., Neel, E. A. A. & Aldharrab, A. (2015). Mechanical Properties Of Different Commercially Available Dental Composites. *Austin J. Dent.* 2, 03
- Ansuj, M. D. F., Santos, I. S. Dos, Marquezan, M., Durand, L. B. & Pozzobon, R. T. (2016). Evaluation Of The Surface Roughness Of A Nanofilled Composite Resin Submitted To Different Smoothing And Finishing Techniques. *Rev. Odontol. Da Unesp* 45, 110-114
- Anusavice, K. J., Shen, C., & Rawls, H. R. (Eds.). (2014). *Phillips' Science Of Dental Materials. Paper Knowledge . Toward A Media History Of Documents*
- Claudia., F. (2021). Pengaruh Perendaman Jus Jeruk Terhadap Kekuatan Tekan Glass Ionomer Cement Dan Resin Modified Glass Ionomer Cement pengaruh Perendaman Jus Jeruk Terhadap Kekuatan Tekan Glass Ionomer Cement Dan Resin Modified Glass Ionomer Cement (Doctoral Dissertation, Un. 1-9
- Et.Al, K. (2014). In Vitro Evaluation Of The Compressive Strength Of Microhybrid And Nanocomposites. *Ohdm* 13, 1-6
- Ilday, N., Bayindir, Y. Z. & Erdem, V. (2010). Effect Of Three Different Acidic Beverages On Surface Characteristics Of Composite Resin Restorative Materials. *Mater. Res. Innov.* 14, 385-391
- Imansari. (2018). Pengaruh Lama Perendaman Minuman Berkarbonasi Terhadap Penurunan Kekerasan Resin Komposit Nanofiller. 3, 91-102

- Kafalia, R. F., Firdausy, M. D. & Nurhapsari, A. (2017). Permukaan Resin Komposit. 4, 38-43
- Kawai, K., Urano, M. & Ebisu, (2000). S. Effect Of Surface Roughness Of Porcelain On Adhesion Of Bacteria And Their Synthesizing Glucans. J. Prosthet. Dent. 83, 664-667
- Moon, J.-D. Et Al. (2015). Effect Of Immersion Into Solutions At Various Ph On The Color Stability Of Composite Resins With Different Shades. Restor. Dent. Endod. 40, 270
- Nabilla, M. A., Usri, K. & Djustiana, N. (2021). Survei Penggunaan Amalgam Oleh Dokter Gigi Di Kota Bandung Setelah Pelarangan Penggunaan Alat Kesehatan Mengandung Merkuri. J. Kesehat. Gigi Dan Mulut 3, 15-24
- Nuari, S. (2019). Pengaruh Larutan Kopi Arabika Terhadap Kekuatan Tekan Resin Komposit Nanofiller. 31-34 At
- Pardosi, F. M., Indraswari, D. A., Batubara, L. & Hardini, N. (2021). Pengaruh Perendaman Kopi Robusta Dan Arabika Terhadap Kekerasan Resin Komposit Nanofiller. E-Gigi 9, 118-123
- Prasetyo, L. S., Harniati, E. D. & Budiono, B. (2023). Pengaruh Ph Asam Terhadap Kekuatan Mekanik Fiber E-Glass: Systematic Review. Indones. J. Dent. 2, 5
- Sakaguchi, R.L., Powers, J. . (2012). Craig's Restorative Dental Materials, 13th Edition. British Dental Journal Vol. 213
- Sakaguchi, R.L., Powers, J. . (2019). Craig's Restorative Dental Materials, Fourteenth Edition. American Journal Of Orthodontics Vol. 71
- Sitanggang, P., Tambunan, E. & Wuisan, J. (2015). Uji Kekerasan Komposit Terhadap Rendaman Buah Jeruk Nipis (Citrus Aurantifolia). E-Gigi 3, 3, 38-43
- Syahrial, A. A., Rahmadi, P. & Putri, D. K. T. (2016). Perbedaan Kekerasan Permukaan Gigi Akibat Lama Perendaman Dengan Jus Jeruk (Citrus Sinensis. Osb) Secara In Vitro. Dentino (Jur. Ked. Gigi) 1, 1-5
- Tandrayuana, F. A., Prasetyo, E. A. & Setyabudi, S. A. (2017). Perbedaan Lama Perendaman Air Perasan Jeruk Nipis (Citrus Aurantifolia Swingle) Terhadap Kekerasan Permukaan Resin Komposit Nanohybrid. Conserv. Dent. J. 7, 43
- Yunus, Y. N. D. And Y. N. (2020). Pengaruh Perendaman Jeruk Nipis (Citrus Aurantifolia) Terhadap Kekerasan Permukaan Resin Komposit Nanofiller. Sarjana Thesis, Universitas Brawijaya. Kaos Gl Dergisi Vol. 8
- Zakiah, D., Effendy, R. & Prasetyo, E. A. (2019). The Effect Of Glycerin On The Surface Hardness And Roughness Of Nanofill Composite. Conserv. Dent. J. 8, 104
- Zhao, Y. Et Al. (2019). Corrosion Behaviour Of Low Dielectric Glass Fibres In Hydrochloric Acid. J. Non. Cryst. Solids 511, 212-218