



# Pengaruh Metode Polimerisasi Secara Water Bath dan Microwave Terhadap Porositas dan Kekuatan Fleksural Heat Cured Acrylic Resin

I Gede Dimas Satria Darmawan

Institut Ilmu Kesehatan Bhakti Wiyata Kediri

Eka Resti Efrata

Institut Ilmu Kesehatan Bhakti Wiyata Kediri

Alamat:

Jl. KH Wachid Hasyim No.65, Bandar Lor, Kec. Kota Kediri, Kota Kediri, Jawa Timur 64114, Indonesia

Korespondensi penulis: [dimassatria979@gmail.com](mailto:dimassatria979@gmail.com).

**Abstract.** *Poly methyl methacrylate (PMMA) is the most common denture base resin used as a base material for acrylic dentures. Acrylic resin has several properties that need attention such as physical and mechanical properties, namely porosity and flexural strength. Porosity in large amounts can weaken the denture so that food easily sticks and becomes a place of attachment for microorganisms. Flexural strength describes the ability of a material to withstand a combination of compression forces, compressive forces, tensile forces and shear forces when functioning in the oral cavity. If the denture base is unable to withstand the flexural pressure due to the chewing, the denture base will break. Purpose: This study was designed to evaluate the porosity and flexural strength of heat cured acrylic resin by conventional water bath polymerization methods and microwave energy. Methods: The type of research used in this study is a Systematic Literature Review (SLR). Results: The acrylic resin processed by microwave. polymerization method had a higher average porosity than the acrylic resin processed by the conventional water bath polymerization method, and also the acrylic resin processed by the microwave polymerization had a lower average flexural strength than acrylic resin processed using a conventional water bath polymerization method. Conclusion: The conventional water bath polymerization method has been shown to have a major influence on the properties of acrylic resin. The microwave polymerization method is another alternative method that can be used in processing acrylic denture bases*

**Keywords:** *Conventional Water Bath Polymerization, Microwave Polymerization, Porosity, Flexural Strength, Heat Cured Acrylic Resin.*

**Abstrak.** Poli metil metakrilat (PMMA) adalah resin dasar gigi tiruan yang paling umum digunakan sebagai bahan basis gigi tiruan akrilik. Resin akrilik memiliki beberapa sifat yang perlu diperhatikan seperti sifat fisik dan mekanis yaitu porositas dan kekuatan fleksural. Porositas dalam jumlah besar dapat melemahkan gigi tiruan sehingga makanan

---

Received Februari 19, 2026; Revised februari 20, 2026; Accepted Februari 23, 2026

\*I Gede Dimas Satria Darmawan, [dimassatria979@gmail.com](mailto:dimassatria979@gmail.com).

mudah menempel dan menjadi tempat perlekatan mikroorganisme. Kekuatan fleksural menggambarkan kemampuan material untuk menahan kombinasi gaya kompresi, gaya tekan, gaya tarik dan gaya geser ketika berfungsi didalam rongga mulut. Apabila basis gigi tiruan tidak mampu menahan tekanan fleksural karena pengunyahan tersebut, maka basis gigi tiruan akan patah. Tujuan: Studi ini dirancang untuk mengevaluasi porositas dan kekuatan fleksural heat cured acrylic resin dengan metode polimerisasi water bath konvensional dan energi microwave. Metode: Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Systematic Literature Review (SLR). Hasil: Resin akrilik yang diproses dengan metode polimerisasi microwave memiliki rata-rata porositas yang lebih tinggi dibandingkan resin akrilik yang diproses dengan metode polimerisasi water bath konvensional, dan juga resin akrilik yang diproses dengan metode polimerisasi microwave memiliki rata-rata kekuatan fleksural yang lebih rendah dibandingkan resin akrilik yang diproses dengan menggunakan metode polimerisasi water bath konvensional. Kesimpulan: Metode polimerisasi water bath konvensional terbukti memiliki pengaruh besar pada sifat resin akrilik, Metode polimerisasi microwave merupakan metode alternatif lain yang dapat di gunakan dalam melakukan pemrosesan basis gigi tiruan akrilik.

**Kata kunci:** Polimerisasi Water Bath Konvensional, Polimerisasi Microwave, Porositas, Kekuatan Fleksural, Resin Akrilik Heat Cured.

## **LATAR BELAKANG**

Resin akrilik polimetil metakrilat (PMMA) di kedokteran gigi digunakan sejak tahun 1946. Sebanyak 98% dari semua basis gigi tiruan terbuat dari polimer atau kopolimer metil metakrilat. Polimer (metil metakrilat) murni tidak berwarna, transparan dan padat. Pada penggunaan di bidang kedokteran gigi, polimer diberi warna agar faktor estetika terpenuhi sesuai dengan warna rongga mulut (Pribadi, 2010). Resin akrilik heat cured memiliki sejumlah keunggulan diantaranya mudah dimanipulasi, memenuhi syarat estetika, stabilitas warna baik, tidak mengiritasi, tidak toksik, harga relatif murah, serta cara pengerjaan, pembuatan, dan reparasi yang mudah (Combe, 2013). Resin akrilik memiliki beberapa sifat yang perlu diperhatikan seperti sifat fisiknya yaitu pengerutan polimerisasi, perubahan dimensi, solubilitas, porositas, penyerapan air dan juga sifat mekanisnya seperti retak dan fraktur (Anusavice, 2013).

Berbagai jenis resin akrilik dan teknik polimerisasi telah dikembangkan dan diperkenalkan untuk meningkatkan karakteristik sifat fisik dan mekanis. Polimerisasi PMMA dapat menggunakan metode yang berbeda seperti panas, cahaya, dan microwave (Singh et al, 2013). Metode konvensional untuk mempolimerisasi PMMA adalah water bath atau dengan pemanasan air panas. Selama polimerisasi dengan water bath pembentukan polimer dan konversi monomer menjadikan polimer

meningkat. Di sisi lain, penurunan suhu dapat menyebabkan penurunan pembentukan polimer dan peningkatan jumlah monomer sisa dalam resin. Jumlah monomer sisa dapat dipengaruhi oleh perubahan waktu, suhu, dan metode polimerisasi (Pero *et al*, 2010). Peningkatan jumlah monomer sisa memiliki efek buruk pada sifat fisik dan mekanik PMMA. Metode polimerisasi lain seperti *microwave* dapat digunakan sebagai pengganti atau metode lain untuk melakukan polimerisasi pada resin akrilik (Spartalis *et al*, 2015).

Metode polimerisasi *microwave* diperkenalkan pada tahun 1968 dan menjadi alternatif populer selain metode polimerisasi *water bath*. Beberapa keuntungan dengan metode ini yaitu: waktu pemrosesan yang lebih singkat, proses yang lebih bersih, dan adaptasi yang unggul (Jadhav *et al*, 2013). Polimerisasi *microwave* merupakan percepatan molekul dalam medan elektro magnetik frekuensi tinggi, dan peningkatan panas dapat diperoleh dengan benturan antar molekul. Pemanasan terjadi lebih cepat di dalam material secara homogen, oleh karena itu waktu untuk mentransfer panas dari sumber luar ke resin tidak diperlukan. Namun, ada beberapa kelemahan dari metode polimerisasi *microwave*. Monomer yang terlalu panas dan cepat harus dihindari karena dapat menguap dan menyebabkan porositas, yang juga dilaporkan ketika polimerisasi *microwave* digunakan dengan resin PMMA konvensional (Pero *et al*, 2010).

Kekuatan bahan basis gigi tiruan dipengaruhi oleh gaya-gaya yang bekerja di dalam mulut, salah satunya adalah kekuatan fleksural. Kekuatan fleksural merupakan kekuatan untuk menahan beban dari tekanan kunyah dan sangat dipertimbangkan sebagai indikator kekuatan dari suatu material. Kekuatan fleksural menggambarkan kemampuan material untuk menahan kombinasi gaya kompresi, gaya tekan, gaya tarik dan gaya geser ketika berfungsi didalam rongga mulut (Anusavice, 2013). Kekuatan fleksural yang buruk dapat menyebabkan bahan basis gigi tiruan tidak mampu menahan beban mastikasi yang berlebihan (Martha *et al*, 2010). Tekanan fleksural yang besar karena gerakan mengunyah berulang menyebabkan gaya terdistribusi ke seluruh permukaan basis gigi tiruan terutama pada bagian *midline* maksila. Apabila basis gigi tiruan tidak mampu menahan tekanan fleksural karena pengunyahan tersebut, maka basis gigi tiruan akan patah (Ozgir *et al*, 2018).

Kekurangan dari basis gigi tiruan berbahan resin akrilik *heat cured* yaitu pada sifat

fisik salah satunya adalah porositas. Porositas mempengaruhi kekuatan dari gigi tiruan, semakin tinggi porositas, maka gigi tiruan akan mudah patah. Porositas dalam jumlah besar dapat melemahkan gigi tiruan sehingga makanan mudah menempel pada gigi tiruan dan cepat berbau. Perlekatan mikroorganisme pada gigi tiruan dipengaruhi oleh kekasaran permukaan dan porositas, sehingga mikroorganisme dapat berpenetrasi ke dalamnya. Porositas pada permukaan gigi tiruan berperan penting dalam proses pembentukan plak dan merupakan tempat berkumpulnya mikroorganisme termasuk *Candida albicans* (Gaib, 2011).

Berdasarkan uraian di atas, penulis tertarik melakukan studi untuk mengetahui pengaruh metode polimerisasi secara *water bath* dan *microwave* terhadap sifat *heat cured acrylic resin*.

## **METODE PENELITIAN (TNR 12, Spasi 1,5)**

Jenis penelitian ini adalah penelitian Systematic Literature Review. Penelitian kepustakaan atau kajian literatur (literature review, literature research) merupakan penelitian yang mengkaji atau meninjau secara kritis pengetahuan, gagasan, atau temuan yang terdapat di dalam tubuh literatur berorientasi akademik (academic- oriented literature), serta merumuskan kontribusi teoritis dan metodologisnya untuk topik tertentu (Cooper, 2011). Tujuan dari metode ini adalah untuk membantu peneliti lebih memahami latar belakang dari penelitian yang menjadi subyek topik yang dicari serta memahami kenapa dan bagaimana hasil dari penelitian tersebut sehingga dapat menjadi acuan untuk penelitian baru (Dila, 2012). Penelitian ini menggunakan Systematic Literature Reviews (SLR) bertujuan untuk mengetahui pengaruh metode polimerisasi secara *water bath* dan *microwave* terhadap porositas dan kekuatan fleksural *heat cured acrylic resin*.

Pengumpulan data dalam penelitian dilakukan dengan cara menelaah atau mengeksplorasi beberapa jurnal, buku, dan dokumen-dokumen (baik yang berbentuk cetak maupun elektronik) serta sumber- sumber data dan atau informasi lainnya yang dianggap relevan dengan penelitian (Supriyadi, 2016). Dalam memilih sumber data, peneliti harus mempertimbangkan beberapa hal yaitu:

1. Kriteria Inklusi

- a. Data penelitian yang dipilih merupakan penelitian yang relevan dengan tujuan penelitian yaitu untuk mengetahui pengaruh metode polimerisasi secara water bath dan microwave terhadap porositas dan kekuatan fleksural heat cured acrylic resin.
- b. Data penelitian yang menjadi sumber data merupakan penelitian yang menggunakan data primer.
- c. Berasal dari perpustakaan digital, tinjauan *literature* yaitu *text book*, artikel ilmiah (jurnal, laporan PBL/PKL, skripsi, tesis)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

| Dokumentasi                                                                                                               |                 |                                            |                                      |                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| No.                                                                                                                       | Sumbe<br>r Data | Nama<br>Peneliti<br>dan Tahun<br>Publikasi | Metode                               | Judul                                                                                                                                             | Hasil                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 1) Berdasarkan porositas meningkat dengan polimerisasi <i>microwave</i> dan menurun dengan polimerisasi <i>water bath</i> |                 |                                            |                                      |                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 1.                                                                                                                        | Jurnal          | Pero AC, et al (2010)                      | Eksperi<br>mental<br>Laborat<br>oris | <i>Measurement of Interfacial Porosity at the Acrylic Resin/Denture Tooth Interface.</i><br>[Terjemahan]                                          | Hasil dari penelitian ini menunjukkan peningkatan porositas ditemukan pada akrilik resin terpolimerisasi <i>microwave</i> . Hal ini dikarenakan berbagai faktor yang mempengaruhi seperti: siklus polimerisasi, udara terperangkap selama pencampuran, kontraksi monomer selama polimerisasi, penguapan monomer yang berhubungan dengan reaksi eksotermik, derajat polimerisasi, dan adanya residu monomer.                                 |
| 2.                                                                                                                        | Jurnal          | Singh, et al (2013)                        | Eksperi<br>mental<br>Laborat<br>oris | <i>Comparative evaluation of surface porosities in conventional heat polymerized acrylic resin cured by water bath microwavable acrylic resin</i> | Hasil dari penelitian ini menunjukkan sampel PMMA polimerisasi panas konvensional yang dipolimerisasi dengan energi <i>microwave</i> menunjukkan porositas maksimum dibandingkan sampel yang dipolimerisasi dengan metode <i>water bath</i> konvensional dan resin akrilik <i>microwave</i> yang dipolimerisasi dengan metode <i>microwave</i> . Hal ini di karenakan monomer PMMA <i>heat cured</i> memiliki tekanan uap yang tinggi. Suhu |

|    |        |                         |                                |                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----|--------|-------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |        |                         |                                | <i>cured by microwave energy.</i><br>[Terjemahan]                                                                                                                                                                                                  | pemrosesan yang melebihi 100,3°C menyebabkan penguapan monomer, yang menghasilkan porositas pada material set akhir. Bahan monomer cair resin <i>microwave</i> mengandung trietilen atau tetraetilen glikol, yang mana dimetilakrilat memiliki gugus reaktif di setiap ujungnya. Dimetilakrilat memiliki tekanan uap rendah bahkan pada suhu 100°C hingga 150°C; oleh karena itu, ia memiliki titik didih yang tinggi. Tekanan uap yang rendah memungkinkan pemrosesan pada suhu tinggi tanpa bahaya porositas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 3. | Jurnal | Kasina SP, et al (2014) | Eksperi mental<br>Laborat oris | To evaluate and compare the porosities in the acrylic mandibular denture bases processed by two different polymerization techniques, using two different brands of commercially available denture base resins - an in vitro study.<br>[Terjemahan] | Penelitian ini juga menunjukkan bahwa seluruh basis gigi tiruan resin akrilik yang diproses dengan polimerisasi microwave memiliki rata-rata persen porositas yang lebih besar dari pada keseluruhan basis gigi tiruan resin akrilik yang diproses dengan polimerisasi panas water bath konvensional. Hal ini dapat dijelaskan atas dasar bahwa gelombang mikro bekerja langsung pada monomer MMA di dalam adonan resin, dan menaikkan suhu dengan sangat cepat. Alasan kedua basis gigi tiruan yang diproses dengan polimerisasi microwave memiliki persen porositas rata-rata yang lebih besar dari pada basis gigi tiruan yang diproses dengan polimerisasi water bath konvensional bisa jadi karena tekanan yang tidak memadai yang diterapkan pada kuvet khusus microwave selama polimerisasi. Tekanan eksternal yang diterapkan pada penutupan percobaan berkisar antara 1500-4500 Psi, tetapi tekanan pengepakan tidak dapat melebihi 1200 Psi tanpa bahaya merusak kuvet plastik yang dapat dipolimerisasi dengan microwave. |
| 4. | Jurnal | Kartika, et             | Eksperi                        | The effect of                                                                                                                                                                                                                                      | Pada perbandingan persentase                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

|    |           |              |               |                 |                                          |
|----|-----------|--------------|---------------|-----------------|------------------------------------------|
|    | al (2015) | mental       | microwave     |                 | porositas antara resin basis gigi tiruan |
|    |           | Laborat      | processing    | and             | konvensional dan resin dasar gigi tiruan |
|    |           | oris         | use of        |                 | yang dipolimerisi dengan microwave,      |
|    |           |              | antimicrobial |                 | ditemukan bahwa spesimen yang            |
|    |           |              | agent on      |                 | dipolimerisasi dengan microwave          |
|    |           |              | porosity of   |                 | menunjukkan porositas yang sedikit       |
|    |           |              | conventional  |                 | lebih banyak dari pada metode            |
|    |           |              | heat cured    |                 | konvensional. Porositas telah dikaitkan  |
|    |           |              | denture base  |                 | dengan berbagai faktor yang meliputi:    |
|    |           |              | resin: an in  |                 | Udara yang terperangkap selama           |
|    |           |              | vitro study.  |                 | pencampuran, kontraksi                   |
|    |           |              |               |                 | monomer                                  |
|    |           |              | [Terjemahan]  |                 | selama polimerisasi, penguapan           |
|    |           |              |               |                 | monomer yang terkait dengan reaksi       |
|    |           |              |               |                 | eksotermis, dan adanya monomer sisa,     |
|    |           |              |               |                 | Pencampuran monomer dan polimer          |
|    |           |              |               |                 | yang tidak mencukupi, suhu               |
|    |           |              |               |                 | pemrosesan lebih tinggi dari 74°C,       |
|    |           |              |               |                 | pengemasan cetakan, dan                  |
|    |           |              |               |                 | kompresi                                 |
|    |           |              |               |                 | yang tidak memadai pada kuvet dapat      |
|    |           |              |               |                 | menyebabkan porositas pada heat cured    |
|    |           |              |               |                 | akrilik resin.                           |
| 5. | Jurnal    | Twana        | Eksperi       | Evaluation of   | Hasil dari penelitian ini menunjukkan    |
|    |           | Omer Bakr,   | mental        | some properties | porositas lebih tinggi pada polimerisasi |
|    |           | et al (2017) | Laborat       | of heat curing  | microwave dibandingkan polimerisasi      |
|    |           |              | oris          | denture base    | panas menggunakan water bath             |
|    |           |              |               | materials cured | konvensional. Peningkatan penyerapan     |
|    |           |              |               | by different    | air dalam iradiasi microwave mungkin     |
|    |           |              |               | curing          | disebabkan oleh polimerisasi resin yang  |
|    |           |              |               | techniques.     | lebih cepat dibandingkan dengan water    |
|    |           |              |               | [Terjemahan]    | bath konvensional, dan tingkat           |
|    |           |              |               |                 | polimerisasi sedikit meningkat.          |
|    |           |              |               |                 | Microwave hanya bekerja pada             |
|    |           |              |               |                 | monomer yang berkurang                   |
|    |           |              |               |                 | dalam                                    |
|    |           |              |               |                 | proporsi yang sama seperti polimerisasi  |
|    |           |              |               |                 | meningkat. Microwave menyebabkan         |
|    |           |              |               |                 | molekul monomer di dalam akrilik         |
|    |           |              |               |                 | mengorientasikan dirinya dalam medan     |
|    |           |              |               |                 | elektromagnetik, banyak molekul          |
|    |           |              |               |                 | terpolarisasi dibalik dengan cepat dan   |
|    |           |              |               |                 | menghasilkan panas karena gesekan        |
|    |           |              |               |                 | molekul. Inisiasi radikal kemudian       |
|    |           |              |               |                 | dapat bereaksi dengan monomer untuk      |
|    |           |              |               |                 | memulai polimerisasi. Suhu               |
|    |           |              |               |                 | pemrosesan microwave yang di atas        |

|    |        |                                  |                                      |                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----|--------|----------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |        |                                  |                                      |                                                                                                                                                                         | 100,3°C menyebabkan penguapan monomer dan menghasilkan porositas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 6. | Jurnal | Figueroa<br>RMS, et al<br>(2018) | Eksperi<br>mental<br>Laborat<br>oris | Porosity, water<br>sorption and<br>solubility of<br>denture base<br>acrylic resins<br>polymerized<br>conventionally<br>or in<br>microwave.<br>[Terjemahan]              | Hasil dari penelitian ini menunjukkan peningkatan porositas terjadi pada heat cured akrilik resin yang dipolimerisasi menggunakan metodemicrowave dibandingkan PMMA yang dipolimerisasi menggunakan metode water bath, dikarenakan terdapat perbedaan temperatur dan lamanya waktu pemrosesan. Semua faktor yang berkaitan dengan teknik laboratorium akan mempengaruhi hasil porositas termasuk; proporsi dan penggabungan bubuk ke cairan, pengepresan, pendinginan kuvet dan waktu finishing akhir yang tidak dikontrol.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 7. | Jurnal | Palaskar JN,<br>et al (2019)     | Eksperi<br>mental<br>Laborat<br>oris | Evaluation and<br>comparison of<br>different<br>polymerization<br>techniques,<br>curing cycles,<br>and thicknesses<br>of two denture<br>base materials.<br>[Terjemahan] | Hasil dari penelitian ini menunjukkan resin akrilik konvensional yang dipolimerisasi dalam water bath menunjukkan porositas permukaan paling sedikit, terlepas dari ketebalan spesimen sedangkan resin akrilik heat cured konvensional yang dipolimerisasi dengan metodemicrowave menunjukkan porositas yang signifikan secara statistik. Hal ini disebabkan karena reaksi polimerisasi eksotermik. Jadi, jika massa besar atau tebal dari bahan yang tidak dipolimerisasi ditempatkan dalam air mendidih atau di bawah Watt tinggi dalam microwave, suhu resin bisa naik jauh di atas 100,3°C dan menguapkan monomer. Monomer yang menguap menyebabkan porositas gas, yang tampak sebagai gelembung seragam yang halus, terutama di bagian gigi tiruan yang lebih tebal. Untuk meminimalkan porositas pada bagian tebal resin akrilik yang diproses dengan energi gelombang mikro, pemilihan resin yang tepat dan siklus polimerisasi sangat penting. |

**2) Berdasarkan kekuatan fleksural menurun dengan polimerisasi *microwave* dan meningkat dengan polimerisasi *water bath***

|    |        |                            |                         |                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----|--------|----------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 8. | Jurnal | Spartalis GK, et al (2015) | Eksperimen Laborat oris | <i>Effect of conventional water-bath and experimental microwave polymerization cycles on the flexural properties of denture base acrylic resins</i><br>[Terjemahan] | Hasil dari penelitian ini menunjukkan kekuatan fleksural menurun pada polimerisasi <i>microwave</i> ( <i>Vipi Wave</i> ). Hal ini dikarenakan resin akrilik yang diformulasikan untuk polimerisasi <i>microwave</i> mengandung trietilen atau tetraetilen glikol dimetakrilat dalam komposisinya. Meskipun resin <i>Vipi Cril</i> dan <i>Vipi Wave</i> memiliki komposisi dan rasio bubuk / cairan yang sama, resin konvensional menunjukkan nilai yang lebih tinggi dari pada resin khusus <i>microwave</i> . Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa <i>Vipi Cril</i> memiliki konsentrasi yang lebih tinggi dari etilen glikol dimetakrilat suatu zat penghubung silang dalam komposisinya dari pada <i>Vipi Wave</i> , karena terdapat korelasi antara peningkatan konsentrasi zat pengikat silang dan nilai kekuatan fleksural serta modulus elastisitas yang lebih tinggi.                                                                              |
| 9. | Jurnal | Ozgir SE, et al (2018)     | Eksperimen Laborat oris | <i>Effect of heat polymerization conditions and microwave on the flexural strength of polymethyl methacrylate.</i><br>[Terjemahan]                                  | Hasil dari penelitian ini menunjukkan polimerisasi resin PMMA heat cured konvensional dengan energi <i>microwave</i> mengakibatkan penurunan kekuatan fleksural. Salah satu masalah umum dalam mempolimerisasi resin PMMA konvensional dengan energi <i>microwave</i> adalah porositas dalam resin. Porositas mempengaruhi kekuatan fleksural material serta meningkatkan akumulasi bakteri dan menyebabkan masalah estetika. Monomer PMMA heat cured menguap melebihi 100,3°C yang menyebabkan porositas di dalam resin. Namun, konversi monomer menjadi polimer di bawah 100°C akan membutuhkan waktu yang lama dan tidak praktis. Meskipun dilaporkan juga bahwa resin heat cured konvensional dapat digunakan dengan metode <i>microwave</i> , dalam penelitian ini, resin terpolimerisasi <i>microwave</i> menunjukkan porositas yang tinggi sesuai dengan penelitian sebelumnya. Hasil ini menunjukkan bahwa tekanan uap tinggi dari resin PMMA mendidih |

|     |        |                                    |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----|--------|------------------------------------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     |        |                                    |                     | <p>dan menguap selama polimerisasi microwave akan lebih cocok menggunakan monomer microwave dengan dimetakrilat yang memiliki tekanan uap rendah bahkan pada suhu 150°C. Dilaporkan juga bahwa pada suhu tinggi seperti 150°C polimerisasi PMMA tanpa porositas tidak mungkin dilakukan. Dalam penelitian ini, mempolimerisasi PMMA konvensional dengan energi microwave menghasilkan kekuatan fleksural dan porositas yang tidak menguntungkan. Monomer yang diformulasikan untuk polimerisasi microwave tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan dibandingkan dengan PMMA heat cured konvensional untuk porositas. Kekuatan microwave dan durasinya harus ditentukan dengan hati-hati.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 10. | Jurnal | Naveen S Yadav, Eksperi dkk (2011) | mental Laborat oris | <p><i>Flexural strength of denture base resin reinforced with aluminum oxide and processed by different processing techniques [Terjemahan]</i></p> <p>Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa spesimen yang dipolimerisasi dengan energi microwave menunjukkan kekuatan fleksural yang lebih rendah dibandingkan dengan teknik water bath. Dalam penelitian ini, bahan yang diproses menggunakan siklus microwave dengan daya yang lebih tinggi (700 W) menunjukkan hasil yang paling buruk. Menggunakan program daya tinggi, lebih banyak energi disuplai ke spesimen selama reaksi polimerisasi, menyebabkan peningkatan suhu resin yang cepat. Ini menghasilkan porositas resin dan akibatnya nilai kekuatan fleksural yang rendah. Pengaruh ketebalan spesimen ketika resin akrilik konvensional dipolimerisasi dalam microwave, porositas ditemukan ketika ketebalan bahan melebihi 3 mm. Selain itu, porositas juga telah ditemukan dalam resin yang dirancang untuk polimerisasi microwave ketika ketebalan lebih dari 3 mm dan resin diproses menggunakan siklus pada 500 W selama 4 menit. Dengan demikian, penting untuk mengevaluasi pengaruh peningkatan ketebalan pada sifat resin akrilik. Siklus 700 W selama 4 menit menghasilkan bahan yang lebih rapuh karena resin</p> |

mulai retak lebih cepat, dan siklus 550 W selama 5 menit menghasilkan bahan yang lebih baik dibandingkan dengan siklus polimerisasi microwave lainnya.

---

**3) Berdasarkan kekuatan fleksural meningkat dengan polimerisasi *microwave* dan menurun dengan polimerisasi *water bath***

---

|     |        |                          |                                      |                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----|--------|--------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 11. | Jurnal | Banerjee R, et al (2010) | Eksperi<br>mental<br>Laborat<br>oris | <i>Influence of the processing technique on the flexural fatigue strength of denture base resins.</i><br>[Terjemahan] | Hasil dari penelitian ini menunjukkan teknik pemrosesan dengan siklus <i>curing</i> panjang energi <i>microwave</i> menghasilkan basis gigi tiruan dengan kekuatan fleksural tertinggi. Hal ini disebabkan gelombang elektromagnetik yang dihasilkan dalam oven <i>microwave</i> digunakan untuk menghasilkan panas di dalam resin. Selama polimerisasi, molekul metil metakrilat menyesuaikan diri dalam medan elektromagnetik <i>microwave</i> dan arahnya berubah hampir 5 miliar kali dalam satu detik. Banyaknya benturan yang terjadi menyebabkan pemanasan yang cepat, dan prosedur yang memakan waktu lebih sedikit. Karena panas yang dibutuhkan untuk memecah molekul benzoin peroksida menjadi radikal bebas dibuat di dalam resin, suhu di luar kuvet tetap dingin. Sebagai akibat dari reaksi cepat ini, panas polimerisasi disebarkan secara lebih efektif. Selain itu, dengan meningkatnya suhu, jumlah molekul monomer menurun dan kandungan monomer sisa berkurang seminimal mungkin. Oleh karena itu, disarankan bahwa gradien termal yang baik, kandungan monomer sisa yang berkurang, dan tidak adanya porositas, tampaknya menjadi alasan kekuatan fleksural tertinggi dengan teknik polimerisasi ini. |
|-----|--------|--------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

---

|     |        |                          |                             |                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----|--------|--------------------------|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 12. | Jurnal | Somkuwar S, et al (2017) | Eksperi mental Laborat oris | <i>Comparison of the flexural strength of polymethyl methacrylate resin reinforced with multiwalled carbon nanotubes and processed by conventional water bath technique and microwave polymerization. [Terjemahan]</i> | Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa spesimen yang dipolimerisasi dengan energi <i>microwave</i> menunjukkan kekuatan fleksural yang lebih tinggi dari pada spesimen yang dipolimerisasi panas konvensional. Dengan metode konvensional, suhu naik pada akhir siklus <i>curing</i> , dan beberapa monomer bebas tertinggal di resin. <i>Microwave</i> hanya bekerja pada monomer, yang berkurang dalam proporsi yang sama dengan peningkatan derajat polimerisasi. Oleh karena itu, jumlah energi yang sama diserap oleh semakin sedikit monomer, membuat molekul semakin aktif. Ini penting karena bentuk pengaturan dari program curing terjadi dan mengarah pada polimerisasi resin yang lengkap.                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 13. | Jurnal | Arioli FJ, et al (2010)  | Eksperi mental Laborat oris | <i>Flexural strength of acrylic resin repairs processed by different methods: water bath, microwave energy and chemical polymerization [Terjemahan]</i>                                                                | Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa resin yang dipolimerisasi dengan <i>microwave</i> memiliki kekuatan fleksural tertinggi dengan nilai rata-rata 43.023 MPa, diikuti oleh resin yang dipolimerisasi dengan <i>water bath</i> dengan nilai rata-rata 36.215 MPa dan resin yang dipolimerisasi secara kimiawi dengan nilai rata-rata 6.742 MPa. Hal ini disebabkan karena resin yang dipolimerisasi dengan <i>microwave</i> memiliki lebih sedikit bahan rubber dalam komposisinya dibandingkan dengan resin akrilik konvensional, yang menunjukkan reaksi lebih elastis dan nilai kekuatan akhir yang rendah. Selain itu, molekul benzoyl peroksida menjadi radikal bebas dibuat di dalam resin setelah radiasi <i>microwave</i> memiliki kemampuan penetrasi yang lebih besar. Dengan cara ini, panas tersebar lebih efisien, polimerisasi cepat dan mengurangi kandungan monomer sisa dibandingkan dengan resin yang dipolimerisasi dengan <i>water bath</i> . |

|     |        |                          |                             |                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----|--------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 14. | Jurnal | Shafeeq SM, et al (2016) | Eksperi mental Laborat oris | <i>Cumulative effect of microwave sterilization on the physical properties of microwave polymerized and conventional heat-polymerized acrylic resin.</i><br>[Terjemahan] | Hasil dari penelitian ini menunjukkan pada resin konvensional terdapat penurunan kekuatan fleksural setelah siklus sterilisasi berulang dan terdapat peningkatan kekuatan fleksural yang signifikan secara statistik setelah siklus sterilisasi microwave. Ini mungkin karena pelepasan tekanan internal yang diperkenalkan selama pemrosesan dan polimerisasi. Sedangkan pada resin microwave, secara statistik tidak ada perubahan pada kekuatan fleksuralnya, kemungkinan karena tidak ada banyak tekanan yang ditimbulkan selama pemrosesan curing microwave, tidak seperti resin konvensional, pemanasan energi microwave tidak tergantung pada konduktivitas termal, dan suhu naik dengan cepat di bagian tengah resin. Oleh karena itu, penerapan panas cepat dapat digunakan tanpa pengembangan suhu eksotermik tinggi.                      |
| 15. | Jurnal | Kostic M, et al (2018)   | Eksperi mental Laborat oris | <i>Effects of water boiling, microwave, and water bath post-polymerization on mechanical properties of acrylic denture resins.</i><br>[Terjemahan]                       | Hasil dari penelitian ini menunjukkan prosedur microwave menghasilkan peningkatan kekuatan fleksural yang signifikan secara statistik. Dalam penelitian ini, bahan-bahan tersebut dipanaskan dengan microwave dalam suasana kering karena serapan air oleh resin akrilik akan menyebabkan plastisasi resin, membuatnya lebih fleksibel dan tangguh. Oleh karena itu, mekanisme difusi dan hidrolisis tidak terlibat dalam reduksi kandungan monomer sisa saat menggunakan microwave. Selain itu, penurunan kandungan monomer oleh pemanasan microwave dapat disebabkan oleh penguapan monomer. Jadi, jumlah monomer sisa yang berkurang mungkin merupakan hasil dari kombinasi mekanisme di atas. Polimerisasi microwave dapat menjadi metode yang efektif untuk meningkatkan kekuatan fleksural lapisan akrilik gigi tiruan (650 W selama 5 menit). |

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh metode polimerisasi secara *water bath* dan *microwave* terhadap porositas dan kekuatan fleksural resin akrilik *heat cured*. Penelitian ini dilakukan dengan membandingkan hasil dari beberapa *literature* yang terkait tentang pengaruh metode polimerisasi secara *water bath* dan *microwave* terhadap porositas dan kekuatan fleksural resin akrilik *heat cured*. Hasil penelitian yang telah dilakukan yaitu, metode polimerisasi *water bath* adalah metode polimerisasi dengan pemanasan air panas melibatkan aktivasi inisiator yaitu benzoyl peroksida yang menciptakan radikal bebas pertama untuk memulai polimerisasi. Reaksi termal di atas suhu 60° C menghasilkan radikal bebas dan reaksi polimerisasi eksotermik yang cenderung berlangsung cepat seiring dengan peningkatan suhu. Pada suhu 100,3°C metil metakrilat mendidih dan menciptakan porositas dalam resin, ini dikarenakan saat reaksi eksotermis berlangsung panas tidak mudah untuk di lepaskan karena gradien termik yang buruk. Dikarenakan panas tidak dapat langsung diproduksi dalam cetakan bahan dasar gigi tiruan, panas harus diproduksi secara tidak langsung dengan memanaskan air. Penyebaran panas yang rendah dapat menyebabkan kekosongan pada resin basis gigi tiruan dan untuk mengontrol gradien termik ini resin basis gigi tiruan perlu dipolimerisasi pada kecepatan yang jauh lebih lambat kira-kira 8 jam untuk polimerisasi lengkap (Pero *et al*, 2010). Metode polimerisasi lain seperti *microwave* dapat digunakan untuk melakukan polimerisasi pada resin akrilik. *Microwave* adalah sebuah alat di mana gelombang elektromagnetik dihasilkan oleh generator yang disebut magnetron, *microwave* digunakan untuk menghasilkan panas di dalam resin akrilik Pada polimerisasi *microwave* porositas lebih tinggi dibandingkan polimerisasi *water bath* konvensional. Peningkatan penyerapan air dalam *microwave* disebabkan oleh polimerisasi resin yang lebih cepat. *Microwave* hanya bekerja pada monomer, yang berkurang dalam proporsi yang sama saat polimerisasi meningkat. *Microwave* menyebabkan molekul monomer di dalam akrilik mengorientasikan dalam medan elektromagnetik, banyak molekul terpolarisasi dengan cepat dan menghasilkan panas karena gesekan molekul. Inisiasi radikal kemudian dapat bereaksi dengan monomer untuk memulai polimerisasi. Suhu pemrosesan *microwave* yang di atas 100,3°C menyebabkan penguapan monomer dan menghasilkan porositas (Twana Omer Bakr *et al*, 2017).

Kekuatan fleksural adalah kemampuan suatu bahan untuk menahan beban, dorongan secara beraturan dan berhenti ketika bahan patah dari tekanan kunyah. Kekuatan fleksural sangat dipertimbangkan sebagai indikator kekuatan dari suatu material (Martha *et al*, 2010). Menurut penelitian Ozkir *et al* (2018), kekuatan fleksural resin akrilik dikatakan menurun dengan menggunakan metode polimerisasi *microwave* dibandingkan metode polimerisasi *water bath*. Salah satu masalah umum dalam mempolimerisasi resin akrilik *heat cured* dengan energi *microwave* adalah porositas dalam resin. Porositas mempengaruhi kekuatan fleksural material serta meningkatkan akumulasi bakteri dan menyebabkan masalah estetika. Monomer *heat cured* menguap melebihi 100,3°C yang menyebabkan porositas di dalam resin. Menurut penelitian Naveen *et al* (2011), resin akrilik *heat cured* konvensional yang diproses menggunakan siklus *microwave* dengan daya yang lebih tinggi (700 W) menunjukkan kekuatan fleksural yang menurun. Menggunakan daya tinggi dimana lebih banyak energi disuplai ke spesimen selama reaksi polimerisasi, menyebabkan peningkatan suhu resin yang cepat, ini menghasilkan porositas resin yang mengakibatkan nilai kekuatan fleksural menurun. Menurut penelitian Spartalis *et al* (2015), resin akrilik yang diformulasikan

untuk polimerisasi *microwave* mengandung trietilen atau tetraetilen glikol dimetakrilat dalam komposisinya. Meskipun resin konvensional dan resin *microwave* memiliki komposisi dan rasio bubuk / cairan yang sama, resin akrilik *heat cured* menunjukkan nilai yang lebih tinggi dari pada resin khusus *microwave*. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa resin akrilik *heat cured* memiliki konsentrasi yang lebih tinggi dari etilen glikol dimetakrilat yaitu suatu zat penghubung silang dalam komposisinya dari pada resin *microwave*, karena terdapat korelasi antara peningkatan konsentrasi zat pengikat silang dan nilai kekuatan fleksural serta modulus elastisitas yang lebih tinggi.

Hasil dari penelitian Arioli *et al* (2010) menunjukkan hasil yang berbeda, resin yang dipolimerisasi dengan *microwave* memiliki kekuatan fleksural yang lebih tinggi dibandingkan dengan *water bath*. Hal ini disebabkan karena resin yang dipolimerisasi dengan *microwave* memiliki lebih sedikit bahan *rubber* dalam komposisinya dibandingkan dengan resin akrilik *heat cured*, yang menunjukkan reaksi lebih elastis dan nilai kekuatan akhir yang rendah. Selain itu, molekul benzoil peroksida menjadi radikal bebas dibuat di dalam resin setelah radiasi *microwave* memiliki kemampuan penetrasi yang lebih besar, dengan cara ini panas tersebar lebih efisien, polimerisasi cepat dan mengurangi kandungan monomer sisa dibandingkan dengan resin yang dipolimerisasi dengan *water bath*. Penelitian Kostic *et al* (2018) menyatakan bahwa, prosedur *microwave* menghasilkan peningkatan kekuatan fleksural yang signifikan secara statistik. Bahan-bahan resin akrilik dipanaskan dengan *microwave* dalam suasana kering karena serapan air oleh resin akrilik akan menyebabkan plastisasi resin, membuatnya lebih fleksibel dan tangguh. Mekanisme difusi dan hidrolisis tidak terlibat dalam reduksi kandungan monomer sisa saat menggunakan *microwave*.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan uraian yang telah dijelaskan pada hasil dan pembahasan dalam Study Literature Review ini dapat disimpulkan bahwa resin akrilik yang diproses dengan metode polimerisasi *microwave* memiliki rata-rata porositas yang lebih tinggi dibandingkan resin akrilik yang diproses dengan metode polimerisasi *water bath* konvensional, Resin akrilik yang diproses dengan metode polimerisasi *microwave* memiliki rata-rata kekuatan fleksural yang lebih rendah dibandingkan resin akrilik yang diproses dengan metode polimerisasi *water bath* konvensional.

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh metode polimerisasi secara *water bath* dan *microwave* terhadap porositas dan kekuatan fleksural pada plat *heat cured acrylic resin*. Metode polimerisasi *water bath* konvensional terbukti memiliki pengaruh besar terhadap sifat resin akrilik. Prosesnya yang mudah, sederhana dan hemat biaya menjadikan metode ini sebagai pilihan yang paling banyak digunakan dalam kedokteran gigi. Metode polimerisasi *microwave* merupakan metode alternatif lain yang dapat digunakan dalam melakukan pemrosesan basis gigi tiruan akrilik.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Arioli JN, Butignon LE, Pereira RP, Lucas MG, Mollo FA. 2010. Flexural strength of acrylic resin repairs processed by different methods: water bath, microwave energy and chemical polymerization. *Journal of Applied Oral Science*; 19(3):249-53
- Banerjee R, Banerjee S, Prabhudesai PS, Bhide SV. 2010. Influence of the processing technique on the flexural fatigue strength of denture base resins: An in vitro investigation. *Indian Journal Dent Res*; 21:391-5
- Combe, E., Burke, F. J. T. & Bernard, D.W. 2013. *Dental Materials*, US : Springer. Hal 282.
- Cooper & Schindler. 2011. *Business Research Methods* 11th ed. New York: McGraw-Hill Companies Inc.
- D. 2018. Effects of water boiling, microwave, and water bath post-polymerization on mechanical properties of acrylic denture resins. *Hemijaska industrija journal*. 72 (3) 129–137
- Dila, K. A. S. 2012. Telaah Kritis Artikel Review Sistematik Dan Meta Analisis.
- Gaib, Zulfikar. 2011. Faktor-Faktor Yang Berpengaruh Terhadap Terjadinya Kandidiasis Eritematosa Pada Pengguna Gigi Tiruan Lengkap. Manado: Program Studi Kedokteran Gigi Universitas Sam Ratulangi.
- Jadhav R, Bhide SV, Prabhudesai PS. 2013. Assessment of the impact strength of the denture base resin polymerized by various processing techniques. *Indian Journal Dental Research*; 24:19- 25.
- Kartika UK, Agrawal B, Yadav NS, Singh PP, Rahangdale T. 2015. The effect of microwave processing and use of antimicrobial agent on porosity of conventional heat cured denture base resin: an in vitro study. *Journal Indian Prosthodont Soc*; 15:257-62.
- Kasina SP, Ajaz T, Attili S, Surapaneni H, Cherukuri M, Srinath HP. 2014. To evaluate and compare the porosities in the acrylic mandibular denture bases processed by two different polymerization techniques, using two different brands of commercially available denture base resins - an in vitro study. *Journal of International Oral Health*; 6:72-7.
- Kostic M, Krunic N, Nikolic Lj, Nikolic V, Rajkovic J, Manic M, Petkovic
- Martha M, Ellyza H, Andi S. 2010. Pemilihan Resin Komposit dan Fiber Untuk Meningkatkan Kekuatan Fleksural Fiber Reinforced Composite (FRC). *Jurnal PDGI*; 59 (1) :29-34.

- Naveen S Yadav. Flexural strength of denture base resin reinforced with aluminum oxide and processed by different processing techniques. *Journal of Advanced Dental Research* Vol II : Issue I: January, 2011
- Pribadi, S.B. 2010."Perubahan kekuatan impak resin akrilik polimerisasi panas dalam perendaman larutan cuka apel": *Dentofasial* 10(1) : 13-20.
- RMS Figuerôa, B Conterno, CAG Arrais. 2018. Porosity, water sorption and solubility of denture base acrylic resins polymerized conventionally or in microwave. *Journal Applied Oral Science*. vol.26 Bauru Epub Ma y 07, 2018-Scielo Brasil.
- Rodrigo Nunes Rached, John M. Powers and Altair Antoninha Del Bel Cury. 2014. Repair strength of autopolymerizing, microwave, and conventional heat-polymerized acrylic resins. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. Vol 92 No.1
- Schoeffel AC, Bagio P, Sakima VT, Soares S, Neppelenbroek KH, Urban VM. 2019. Knoop microhardness of conventional and microwaved denture base acrylic resins. *Indian Journal Dental Research*; 30:927-32
- Singh S, Palaskar JN, Mittal S. 2013. Comparative evaluation of surface porosities in conventional heat polymerized acrylic resin cured by water bath microwavable acrylic resin cured by microwave energy. *Contemp Clin Dent*; 4 (2): 147-151.
- Supriyadi. 2016. Community of Practitioners: Solusi Alternatif Berbagi Pengetahuan Antar Pustakawan. *Lentera Pustaka*. 2(2); 83-93.
- Twana Omer Bak, Rizgar Mohammed Ameen Hasan. 2017. Evaluation of some properties of heat curing denture base materials cured by different curing techniques. *Zanco Journal of Medical Sciences*. Vol. 21, No. (2).