
**PERANAN PENAMBAHAN ZIRKONIUM OKSIDA PADA MAHKOTA
PROVISIONAL RESIN AKRILIK POLIMERISASI PANAS**
*ROLE OF ADDITION ZIRCONIUM OXIDE IN HEAT-CURED ACRYLIC RESIN
PROVISIONAL CROWN*

Selamat Suhardi* , Syafrinani**

*Postgraduate Program in Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Universitas Sumatera Utara

**Lecturer Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Universitas Sumatera Utara
email: selamatbutar98@gmail.com

KATA KUNCI

Restorasi provisional,
resin akrilik polimerisasi
panas, zirkonium oksida

ABSTRAK

Pendahuluan: Resin akrilik polimerisasi panas merupakan bahan yang umum digunakan dalam bidang kedokteran gigi terutama pada bidang prostodonsia, salah satunya pada pembuatan gigi tiruan cekat sementara. Pemakaian resin akrilik polimerisasi panas secara estetis baik, namun memiliki sifat mekanik yang tidak ideal. Hal ini terjadi bila gigi tiruan mengalami gaya pengunyahan yang besar. Artikel ini bertujuan untuk membahas mengenai peranan penambahan nanopartikel zirkonium oksida pada bahan provisional resin akrilik polimerisasi panas. **Tinjauan:** Restorasi provisional dikenal sebagai mahkota sementara atau gigi tiruan cekat sementara yang dipergunakan dalam jangka waktu pendek selama restorasi permanen dibuat. Pembuatan restorasi provisional bertujuan untuk melindungi jaringan oral, estetis dan menjaga fungsi pengunyahan sampai restorasi permanen dipasang. Restorasi provisional yang baik harus dapat memenuhi persyaratan biologis, estetis dan mekanis. Penelitian terdahulu, banyak diarahkan pada penggabungan nanopartikel anorganik untuk meningkatkan sifat dari resin akrilik polimerisasi panas. Hasil dari penelitian terdahulu menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan pada kekuatan impak ketika bahan nanopartikel zirkonium oksida ditambahkan ke bahan resin akrilik polimerisasi panas. **Pembahasan:** Salah satu masalah yang berkaitan dengan tipe resin akrilik konvensional adalah sifat mekanisnya yang buruk. Perbaikan sifat mekanis tersebut dapat dicapai melalui penambahan penguat dengan struktur, ukuran, bentuk dan komposisi kimia yang berbeda, yang terdistribusi dalam matriks akrilik. Pada beberapa penelitian, penambahan nanopartikel zirkonium oksida secara signifikan dapat meningkatkan kekuatan impak dan transversal dari resin akrilik polimerisasi panas. **Simpulan:** Restorasi provisional dari resin akrilik polimerisasi panas dengan penambahan nanopartikel zirkonium oksida merupakan hal yang dapat dipertimbangkan pada prosedur gigi tiruan cekat.

KEYWORDS

Heat-cured acrylic resin,
Provisional restoration,
zirconium oxide

ABSTRACT

Introduction: Heat-cured acrylic resin is a common material used in prosthodontics, one of which is on the fixed partial denture. The use of heat-cured acrylic resin aesthetically good but has mechanical properties that are not ideal. This happens when the denture has a high mastication force. This article aims to discuss the role of adding zirconium oxide nanoparticles to a provisional heat-cured acrylic resin material. **Review:** A provisional restoration known as a temporary crown or a temporary fixed partial denture crown that applied for a short period of time during which permanent restorations are made. Provisional restoration aims to protect the oral tissue, aesthetic and maintain the function of mastication until permanent restoration is installed. A good provisional restoration should be able to fulfill the biological, aesthetic and mechanical requirements. The present study is much directed to the incorporation of inorganic nanoparticles to enhance the properties of heat-cured acrylic resin. The result of previous study indicates a significant increase in impact strength when the zirconium oxide nanoparticles material is added to heat-cured acrylic resin material. **Discussion:** In present studies, the addition of nanoparticles zirconium oxide can significantly increase the impact and transversal strength of heat-cured acrylic resin. **Conclusion:** Provisional restoration is one of the most important things in the maintenance of fixed partial dentures both biologically and biomechanically. The present studies have shown the effect of adding zirconia oxide nanoparticles to improve the mechanical and physical properties of provisional heat-cured acrylic resin, so that it can be used on posterior teeth and for long term.

PENDAHULUAN

Restorasi sementara atau provisional merupakan restorasi yang dirancang untuk meningkatkan estetis, memberikan stabilisasi oklusal, fungsi penguyahan yang akan digantikan dengan restorasi permanen selama jangka waktu tertentu. Selama masa transisi, fungsi oklusal dan estetika harus dipenuhi untuk mencapai hasil perawatan yang optimal.¹

Pembuatan restorasi provisional merupakan salah satu prosedur dalam pembuatan gigi tiruan cekat sementara. Restorasi provisional harus memenuhi persyaratan antara lain

melindungi pulpa, memenuhi fungsi oklusal, mudah dibersihkan, akurasi margin, tahan terhadap keausan dan estetika serta dapat berfungsi sebagai *template* untuk restorasi akhir.^{1,2}

Salah satu bahan yang sering digunakan untuk pembuatan restorasi provisional adalah resin akrilik polimerisasi panas (RAPP) yang sewarna dengan gigi. Kelebihan bahan ini selain tidak beracun, mudah dimanipulasi, tidak larut dalam cairan mulut, daya absorpsi rendah, harganya murah, dapat dipoles dengan baik, estetisnya juga sangat baik, namun memiliki kekurangan antara lain

kekuatan impak dan transversal yang rendah, ketahanan terhadap fatik dan abrasi yang rendah.^{3,4,5}

Untuk mengatasi hal tersebut dapat dilakukan dengan penambahan bahan penguat. Bahan kimia merupakan salah satu yang dapat dipergunakan sebagai bahan penguat yang berupa *cross-linking-agent*, *rubber particle*, dan filler kimia. Penemuan terbaru *filler* kimia berupa nanoteknologi digunakan dalam perkembangan bidang prostodonsia dengan tujuan peningkatan kekuatan dan material kedokteran gigi. Beberapa bahan penguat jenis *filler* kimia, yang digunakan sebagai bahan penguat RAPP adalah TiO_2 , ZrO_2 , Al_2O_3 , BaTiO_3 . Zirkonium oksida (ZrO_2), merupakan nanopartikel yang sekarang tengah dikembangkan, untuk digunakan sebagai bahan penguat basis gigi tiruan RAPP. Bahan penguat ini dapat juga digunakan untuk restorasi provisional RAPP karena bahan ini memiliki kelebihan dibanding dengan bahan penguat lainnya seperti memiliki kekerasan dan kekuatan yang tinggi, biokompatibilitas, tahan terhadap abrasi, tidak bersifat toksis, tidak menghantar listrik, konduktivitas yang rendah dan kekuatan termal lebih baik daripada alumina serta tahan terhadap korosi.^{6,7}

Pemahaman telaah pustaka ini diharapkan dapat menjadi masukan bagi dokter gigi untuk dapat mempertimbangkan nanopartikel ZrO_2 sebagai bahan penguat yang ditambahkan untuk meningkatkan kekuatan

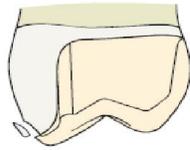
impak dan transversal pada bahan RAPP sebagai bahan restorasi provisional pada pembuatan gigi tiruan cekat sementara dan sebagai gigi tiruan semi permanen.

TINJAUAN

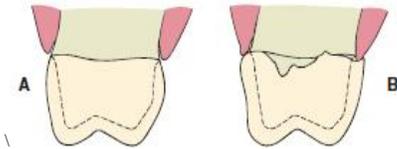
Restorasi Provisional

Restorasi provisional adalah gigi tiruan cekat atau lepasan, atau protesa *maxillofacial*, yang dibuat untuk meningkatkan estetis, stabilisasi dan/atau fungsi untuk waktu yang terbatas, yang mana akan digantikan dengan gigi tiruan permanen.^{1,2,8}

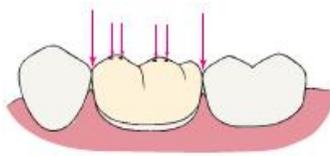
Restorasi provisional memiliki fungsi antara lain untuk melindungi gigi yang dipreparasi, mencegah pergerakan gigi, untuk pengunyahan dan estetis. Selain itu restorasi provisional harus memenuhi persyaratan seperti dapat melindungi pulpa dimana restorasi provisional cekat harus menutupi dan melindungi permukaan gigi yang dipreparasi (Gambar 1), harus memiliki *marginal fit* yang baik (Gambar 2), kontur yang tepat dan permukaan yang halus untuk mencegah penumpukan plak, harus dapat mempertahankan kontak yang tepat dengan gigi tetangga dan gigi antagonis serta mencegah elongasi gigi (Gambar 3), tidak menekan margin gingival juga restorasi provisional harus dapat menahan gaya yang diberikan tanpa merusak gigi atau terlepas dari gigi.^{1,2,5,9,10}



Gambar 1. Interim harus mampu melindungi gigi (Sumber: Rosenstiel SF, Fujimoto J, Contemporary fixed prosthodontics. Ed.5 Mosby Elsevier; 2016)



Gambar 2.2 Restorasi sementara harus memiliki *marginal fit* yang baik, kontur yang tepat, dan permukaan akhir yang halus. (A) restorasi sementara dengan kontur yang baik. Bentuknya halus mengikuti permukaan luar gigi. (B) *Overcontouring*. Transisi dari restorasi terhadap permukaan akar tidak beraturan dan adaptasi marginal tidak memadai. Hal ini mengakibatkan penumpukan plak dan jaringan periodonsium yang tidak sehat. (Sumber: Rosenstiel SF, Fujimoto J, Contemporary fixed prosthodontics. Ed.5 Mosby Elsevier; 2016)



Gambar 2.3 Kontak oklusal dan proksimal yang tepat memberi kenyamanan pasien dan menjaga posisi gigi (Sumber: Rosenstiel SF, Fujimoto J, Contemporary fixed prosthodontics. Ed.5 Mosby Elsevier; 2016)

Bahan untuk restorasi provisional harus memiliki karakteristik yang ideal antara lain mudah diproses, biokompatibilitas, stabilitas dimensi selama solidifikasi, mudah dibentuk dan dipoles, kuat dan tahan terhadap abrasi, penampilan baik, dapat diterima dengan baik oleh pasien, mudah diperbaiki, cocok dengan bahan luting sementara.^{1,2,3,4,5,11,12}

Bahan restorasi sementara yang ideal belum dikembangkan hingga saat ini. Masalah utama yang masih harus dipecahkan adalah perubahan dimensi selama solidifikasi. Bahan-bahan tersebut menyusut dan menyebabkan perbedaan marginal, terutama

ketika digunakan pada teknik langsung.^{3,12} Resin yang digunakan saat ini juga bersifat eksotermik dan tidak sepenuhnya biokompatibel. Bahan-bahan resin restorasi provisional dapat dibagi dalam empat grup yaitu:¹

- *Polymethyl methacrylic* (PMMA) atau Resin Akrilik Polimerisasi Panas (RAPP)
- *Poly-R' methacrylate*
- *Microfilled composite*
- *Light-polymerized*.

Resin akrilik polimerisasi panas adalah bahan basis gigi tiruan yang proses polimerisasinya dengan pengaplikasian energi termal atau energi panas. Energi termal yang dibutuhkan untuk proses polimerisasinya dapat diperoleh dari *waterbath* atau *microwave*.¹

Resin akrilik polimerisasi panas merupakan bahan basis gigi tiruan yang sering digunakan oleh dokter gigi. Bahan basis gigi tiruan ini memiliki nilai estetik yang baik karena memiliki kualitas warna yang hampir sama dengan jaringan rongga mulut. Penelitian pada tahun 1946 menyatakan bahwa 95% bahan basis gigi tiruan terbuat dari resin akrilik polimerisasi panas.¹

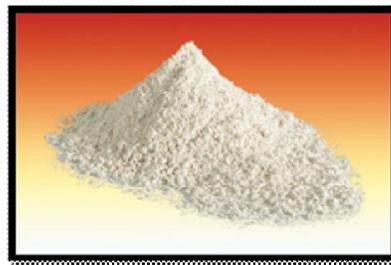
Resin akrilik polimerisasi panas memiliki beberapa kelebihan antara lain tidak beracun, estetis baik, mudah direparasi/modifikasi, tidak larut dalam cairan mulut, daya absorpsi rendah, harga relatif murah dan pembuatan mudah, permukaan tidak kasar. Selain memiliki kelebihan RAPP juga memiliki kekurangan diantaranya kekuatan impak dan

kekuatan transversal yang rendah, ketahanan terhadap fatik dan abrasi yang rendah, perubahan dimensi akibat pengerutan polimerisasi dan dehidrasi, konduktivitas termal yang rendah.^{1,13,14,15}

Beberapa pendekatan untuk mengatasi kekurangan resin akrilik polimerisasi panas adalah dengan menambahkan bahan penguat. Bahan penguat yang dapat digunakan dapat berupa bahan kimia, serat dan logam. Peningkatan kekuatan dapat dicapai dengan penambahan logam pada bahan RAPP. Bentuk logam yang dapat ditambah ke dalam RAPP adalah bentuk kawat, plat dan anyaman. Bahan penguat logam ini jarang digunakan karena memiliki kelemahan seperti buruknya adhesi antara logam dan resin akrilik, estetis yang buruk, mudah korosi dan harga yang relatif mahal. Bahan penguat dari serat dapat berupa serat alami dan serat buatan. Serat alami dapat berasal dari hewan seperti sutera, dari tumbuhan seperti rami dan dari mineral seperti asbestos. Sedangkan serat buatan dapat dibagi menjadi serat yang bahan bakunya berasal dari alam namun mengalami proses polimerisasi lanjutan seperti asetat, serat yang bahan bakunya dari proses polimerisasi seperti nilon, rayon polietilen, dan serat yang berbahan dasar anorganik seperti serat karbon dan serat kaca.^{3,12}

Bahan kimia yang dapat digunakan sebagai bahan penguat berupa *cross-linking-agent*, *rubber particles* dan *filler* kimia. Penemuan terbaru *filler* kimia berupa nano teknologi

digunakan dalam perkembangan bidang prostodonsia dengan tujuan peningkatan kesehatan dan material kedokteran gigi. Beberapa jenis *filler* kimia yang sering digunakan sebagai bahan penguat RAPP adalah ZrO_2 , Al_2O_3 , $BaTiO_3$.^{11,16} Zirkonium oksida (ZrO_2) adalah kristal putih oksida dari zirkonium berbentuk kristal (amorf/ struktur kristal yang tidak teratur), lunak, juga tahan terhadap udara bahkan api, tahan korosi, memiliki titik lebur yang sangat tinggi (>2000 °C), dan sensitif terhadap gas oksigen. Zirkonium oksida (ZrO_2) merupakan salah satu bahan penguat gigi tiruan yang telah banyak diteliti karena bahan ZrO_2 ini dapat meningkatkan kekuatan impak dan transversal dari bahan resin akrilik polimerisasi panas. Adapun kelebihan zirkonium oksida ini antara lain tidak bersifat toksik, memiliki sifat mekanis yang baik, memiliki sifat biokompatibilitas yang baik, memiliki radiopasitas yang baik, memiliki sifat yang kuat seperti daya tahan kimia yang kuat, tahan abrasi, tahan korosi, tidak menghantarkan listrik, konduktivitas termal rendah dan kekuatan termal yang lebih baik dari alumina serta berwarna putih (Gambar 4).^{4,9,13,16,17,18}



Gambar 2.8. Bubuk Zirkonium Oksida (Sumber: Sharma S, use zirconium oxide powder in various fields of life. 2017)

Zirkonium oksida harus melalui proses-proses tertentu untuk menghasilkan zirkonium. Dalam memproses zirconium dilakukan pemisahan dan penghilangan material-material yang tidak diinginkan serta *impurities* yang ada, yaitu zirkon-silika. Pada keadaan di bawah normal zirkonium tidak dapat bereaksi dengan air, namun dengan udara dapat bereaksi sehingga dapat menghasilkan ZrO_2 . Adapun reaksi zirconium dengan udara yaitu $Zr (s) + O_2 (g) \rightarrow ZrO_2 (g)$.¹⁹

ZrO_2 memiliki sifat-sifat antara lain daya tahan kimia yang kuat, tahan abrasi dan korosi, mempunyai densitas sebesar $6,05 \text{ g/cm}^3$, titik lebur tinggi ($>2000 \text{ }^\circ\text{C}$) dapat menahan tekanan sebesar 2000 MPa , kekasaran permukaan sebesar 1200 HV , modulus young sebesar 210 GPa , koefisien termal ekspansi sebesar $11 \times 10^{-6} \text{ 1/K}$, tidak menghantarkan listrik, konduktivitas termal rendah, kekuatan termal lebih baik daripada alumina. Sebagai bahan kedokteran gigi, ZrO_2 memiliki sifat fisik, mekanis, kimia dan biologis yang sangat baik.¹⁹

Nanopartikel ZrO_2 adalah salah satu bahan yang digabungkan dengan polimer karena memiliki bahan biokompatibilitas dan estetis yang baik. Penggabungan nano partikel ZrO_2 dalam berbagai ilmu kedokteran gigi telah dipelajari dan ditemukan menjadi biokompatibel dan ditingkatkan sifat mekaniknya. Peningkatan kekuatan terjadi karena tingginya kekuatan geseran permukaan antara nanopartikel dan matriks

yang disebabkan oleh adanya pembentukan *cross-link* atau ikatan supra molekular yang menutupi butiran nanopartikel sehingga dapat mencegah perluasan. Distribusi *cracking* nanopartikel ZrO_2 memungkinkan partikel-partikel tersebut memasuki kemudian mengisi ruang antara rantai makromolekul linear dari polimer dan gerakan segmental makromolekul juga menjadi terbatas sehingga distribusi nanopartikel lebih efektif dan akhirnya kekuatan dan kekakuan bahan dapat meningkat. Kedua mekanisme tersebut yang menjadi landasan terjadinya perbaikan ketahanan terhadap patahnya basis gigi tiruan ketika mengalami tekanan mastikasi. Namun penambahan kadar nanopartikel yang tinggi dapat menyebabkan defek pada bahan sehingga menurunkan kekuatan bahan, pengendapan partikel-partikel di dalam resin, dan penambahan nanopartikel yang berlebih ketika telah mencapai titik jenuh matriks akan menyebabkan gangguan dalam kontinuitas matriks resin. Nanopartikel ZrO_2 ditimbang terlebih dahulu untuk menentukan konsentrasi yang diperlukan sebelum ditambahkan ke dalam RAPP. Nanopartikel ZrO_2 ditambahkan ke dalam RAPP dengan menggunakan *silane coupling-agent* untuk mendapatkan ikatan kimia antara nanopartikel ZrO_2 dan bubuk resin akrilik.^{19,20}

Soodad A. Al-Hiloh Intisar J. Ismail (2016) mengatakan bahwa terjadi peningkatan yang signifikan pada kekuatan dampak ketika

bahan nanopartikel zirkonium ditambahkan ke dalam bahan *heat-cured-acrylic resin*.^{13,21} Penelitian Ihab NS, dkk (2011) menyatakan bahwa penambahan nanopartikel ZrO₂ dengan konsentrasi 2%, 3%, 5% dan 7% , yang paling baik meningkatkan kekuatan impak dan transversal adalah nanopartikel ZrO₂ dengan konsentrasi 5% dan yang paling buruk adalah nanopartikel ZrO₂ dengan konsentrasi 7%.⁷ Ali Al Jafery MA, dkk (2014) menyatakan bahwa penambahan nanopartikel ZrO₂ dengan konsentrasi 2% meningkatkan kekuatan impak dan transversal yang lebih tinggi dibandingkan dengan bahan penguat Al₂O₃.⁷ Hussein, dkk (2015) meneliti beberapa kelompok konsentrasi nanopartikel ZrO₂ terhadap kekuatan impak dan transversal RAPP, dimana kelompok pertama merupakan kelompok kontrol tanpa penambahan nanopartikel ZrO₂, kelompok kedua dengan penambahan ZrO₂ 3%, kelompok ketiga dengan penambahan nanopartikel ZrO₂ 5% dan kelompok keempat dengan nanopartikel ZrO₂ 7%. Hasil penelitian menunjukkan terjadi peningkatan nilai kekuatan transversal yang signifikan pada penambahan nanopartikel ZrO₂ 3% dan 5%, tetapi terjadi penurunan kekuatan pada penambahan nanopartikel ZrO₂ 7%. Hal ini dapat terjadi karena penambahan nanopartikel yang tinggi dapat menimbulkan defek pada bahan sehingga menurunkan kekuatan bahan, pengendapan partikel - partikel di dalam resin dan menyebabkan gangguan dalam kontinuitas

matrix resin.⁷ Pada penelitian Mohammed, dkk (2014) tentang peningkatan kekuatan transversal dengan penambahan nanopartikel ZrO₂ dengan konsentrasi 1,5%, 3%, 5% dan 7%, menunjukkan bahwa kekuatan transversal tertinggi yaitu dengan penambahan nanopartikel ZrO₂ 7%, kemudian ZrO₂ 5%, 3% dan yang terendah 1,5%.^{16,22} Ravindranath, dkk. (2015) menyatakan bahwa penambahan nanopartikel ZrO₂ konsentrasi 0,5%, 1%, 1,5%, dan yang paling baik untuk meningkatkan kekuatan impak adalah nanopartikel ZrO₂ 1,5%. Penelitian Mohammed, dkk bertentangan dengan penelitian Hussein, dkk dan Ravindranath, dkk.⁷ Vipul A, dkk (2015) melakukan evaluasi kekuatan impak pada resin akrilik tipe *high impact* yang ditambahkan nanopartikel ZrO₂ dengan konsentrasi 10% dan 20%. Hasil penelitian menunjukkan kekuatan impak meningkat dengan penambahan nanopartikel ZrO₂ 10% dibandingkan kelompok kontrol, tetapi kelompok dengan penambahan ZrO₂ 20% mengalami penurunan kekuatan transversal.^{9,23}

PEMBAHASAN

Saat ini, resin akrilik merupakan bahan yang paling umum digunakan dalam bidang prostodonsia, termasuk pembuatan restorasi provisional *long-span* gigi tiruan cekat. Salah satu masalah yang berkaitan dengan tipe resin akrilik konvensional adalah sifat mekanisnya yang buruk. Telah dijelaskan

bahwa perbaikan sifat mekanis tersebut dapat dicapai melalui penambahan penguat dengan struktur, ukuran, bentuk dan komposisi kimia yang berbeda, yang terdistribusi dalam matriks akrilik.¹⁷ Dari hasil penelitian A.G. Zuccari dkk pada tahun 1997, campuran 2% volum dalam matriks resin akrilik polimerisasi panas (RAPP) secara signifikan memberikan efek yang menguntungkan terhadap sifat mekanis ($p < 0,05$). Diantaranya, zirkonia memperlihatkan peningkatan terbesar dalam modulus elastisitas (MOE), kekuatan transversal, dan kekerasan.^{3,4,24}

Bahan zirkonium oksida ditemukan oleh M.H. Kalaproth pada tahun 1788 dalam bentuk mineral zirkon yang tidak ditemukan dalam bentuk bebas tetapi sebagai oksida atau silikat dalam kerak bumi dan bebatuan dalam kadar kecil. Zirkonium oksida adalah kristal berwarna putih keabu-abuan, berbentuk amorf yaitu berupa struktur kristal yang tidak teratur, lunak, dapat ditempa dan diulur bila murni, juga tahan terhadap udara bahkan api.¹⁹

Hussein, dkk (2015) meneliti beberapa kelompok konsentrasi nanopartikel ZrO_2 terhadap kekuatan impact dan transversal RAPP, dimana kelompok pertama merupakan kelompok kontrol tanpa penambahan nanopartikel ZrO_2 , kelompok kedua dengan penambahan ZrO_2 3%, kelompok ketiga dengan penambahan nanopartikel ZrO_2 5% dan kelompok keempat dengan nanopartikel ZrO_2 7%. Hasil

penelitian menunjukkan terjadi peningkatan nilai kekuatan transversal yang signifikan pada penambahan nanopartikel ZrO_2 3% dan 5%, tetapi terjadi penurunan kekerasan permukaan pada penambahan nanopartikel ZrO_2 7%. Hal ini dapat terjadi karena penambahan nanopartikel yang tinggi dapat menimbulkan defek pada bahan sehingga menurunkan kekuatan bahan, pengendapan partikel-partikel di dalam resin dan menyebabkan gangguan dalam kontinuitas matriks resin. Asopa dkk melalui penelitiannya menyatakan bahwa penambahan nanopartikel 10% dan 20% ke dalam PMMA memberikan hasil yang signifikan terhadap peningkatan kekuatan fleksural tetapi menurunkan kekerasan permukaan.^{11,15,16,20,24}

Dari beberapa penelitian sebelumnya mengenai penambahan bahan nanopartikel ZrO_2 dengan beberapa konsentrasi yang berbeda masih terjadi perbedaan hasil yang bertentangan satu sama lain, dimana ada penelitian yang menyatakan bahwa penambahan nanopartikel ZrO_2 dengan konsentrasi yang lebih tinggi akan meningkatkan kekuatan impact dan transversal bahan RAPP dan beberapa penelitian lainnya menyatakan bahan dengan konsentrasi yang lebih rendah yang dapat meningkatkan kekuatan impact dan transversal bahan RAPP.

SIMPULAN

Restorasi provisional merupakan hal yang penting dalam pembuatan gigi tiruan cekat. Restorasi provisional dari bahan resin akrilik polimerisasi panas dengan teknik pembuatan dan penambahan bahan penguat yang tepat dapat mempengaruhi keberhasilan restorasi permanen. Restorasi provisional dari resin akrilik polimerisasi panas dengan penambahan nanopartikel zirkonium oksida merupakan hal yang dapat dipertimbangkan. Dari hasil beberapa penelitian terdahulu, maka perlu dilakukan penelitian lanjut mengenai penambahan zirkonium oksida pada bahan restorasi provisional RAPP untuk dapat dipergunakan dalam jangka waktu yang lama dan bukan hanya sebagai restorasi sementara tetapi dapat dipergunakan sebagai bahan restorasi permanen pada pembuatan gigi tiruan cekat.

DAFTAR PUSTAKA

1. Annusavice KJ. Buku ajar ilmu bahan kedokteran gigi. Alih bahasa. Johan Arif Budiman. Jakarta: EGC, 2003 :49-52, 59, 177-235.
2. Wilson HJ, Mansfield MA, Helath JR, et al. Dental Technology and materials for student. 8th ed. USA: Osney Mead, 1979: 352-373.
3. Alla RK, et al. Influence of fiber reinforcement on the properties of denture base resins. Journal of biomaterials and nanobiotechnology. 2013; 4 :91-7.
4. Al Jafery AMA, Basima MAH. Effect of addition nanoparticles $ZrO_2-Al_2O_3$ nanoparticles mixture on some properties and denture-based material. J Bagh. College Dent 2015; 27 (3): 1-7.
5. Vipul Asopa, et al. A Comparative Evaluation of Properties of Zirconia Reinforced High Impact Acrylic Resin with that of High Impact Acrylic Resin. The Saudi Journal for Dental Research. 2015
6. Kumar V, Ghalautt P, Gupta D. Comparative evaluation of the impact strength of heat cured (lucitone 199), microwave cured (VIPI WAVE) and glass fiber modified denture base material. Int journal of enhanced research in med and dent care. 2015; 2(5): 12-7.
7. Howard E. Strassler, DMD. Materials: Fixed Prosthodontics Provisional Materials: making the right selection. Compendium; January 2013. Volume 34, Number 1
8. Mohammed M Gad et.al. The reinforcement effect of nano zirconia on the transverse strength of repaired acrylic denture base. Int journal of Dent. 2016; 1-6.
9. Ravindranath, et al. A comparative study to evaluate the mechanical properties of zirconium oxide added polymethyl methacrylate by two different methods at two different concentrations- in vitro study. 2015;1(3):161-65
10. Cynthia M. Cleveland, CDA; Angela D. Allen, CDA; Niki Henson, RDA, AS. Fabrication of Provisional Crowns and Bridges. Crest® Oral-B® at dentalcare.com Continuing Education Course, February 21, 2012 at dentalcare.com Continuing Education Course, February 21, 2012
11. Hamed H.K, Rahman HA. The effect of addition nanopartikel ZrO_2 on some properties of autoclave processed heat cured acrylic denture base material. J Bagh college denture base material. J Bagh. College Dent 2015; 27 (1): 32-9
12. McCabe JF, Walls AWG. Bahan kedokteran gigi ed. 9 Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran. 2011; 157-76.
13. Rosenstiel, Land, Fujimoto. Contemporary fixed prosthodontics. Elsevier. 2016. 5th ed. 401-25.
14. Shillingburg H.T., David A Santer DDS., Edwin L. Wilson, J.R., DDS., Med., Joseph R. Cain, DDS., MS, Donald L Mitchell, DDS., MS, Luis J Blanco, DMD., MS, James C. Kessler, DDS. Fundamentals of fixed prosthodontics. 4th edition. Quintessence books. 2012
15. Gulfem Ergun, Zeynep Sahin, Ayse Seda Ataoğlu. The effect of adding various ratios of zirconium oxide nanoparticles to poly (methyl methacrylate) on physical and mechanical properties. Journal of oral science. 2018; 60(2).
16. Ihab NS, Moudhaffar M, Evaluation the effect of modified nano-fillers addition on some properties of heat cured acrylic denture base material. J Bagh College dent. 2011; 23(3):23-9

17. Carr AB, Brown, DT. Mc Cracken's removable partial prosthodontics. 12nd ed. Canada: Elsevier. 2011: 103-09
18. Sharma S, Use zirconium oxide powder in various fields of life. 2017
19. Madfa A.A., Al-Sanabani F.A. 2014. Use of zirconia in dentistry; an overview. TOBIOMTJ; 5; 1-9.
20. W. Panyayong. Reinforcement of acrylic resins for provisional fixed restorations. part iii: effects of addition of titania and zirconia mixtures on some mechanical and physical properties. Bio-Medical Materials and Engineering 12 (2002) 353–366
21. Soodad A, Intisar J. Study the effect of addition of silanized zirconium oxide nanoparticles on some properties of high-impact heat-cured acrylic resin. J. Bagh College dent. 2016; 28(2) pg 19-25
22. Mohammed Ashour Ahmed, Mohammed I. Ibrahim. Effect of Zirconium Oxide Nano_fillers addition on the Flexural Strength, Fracture Toughness, and Hardness of Heat-Polymerized Acrylic Resin. World Journal of Nano Science and Engineering, 2014, 5; 50-57
23. Mohammed M Gad et.al. PMMA Denture base material enhancement: a review of fiber, filler, and nanofiller addition. international journal of nanomedicine dovepress. International. 2017;12 3801–3812
24. A.G. Zuccari. Reinforcement of acrylic resins for provisional fixed restorationsPart I: Mechanical properties. Bio-Medical Materials and Engineering 7 (1997) 327-343