



ADDITION OF RICE HUSK NANOCELLULOSE TO THE IMPACT STRENGTH OF RESIN BASE HEAT CURED

PENAMBAHAN NANOSULULOSA DARI SEKAM PADI TERHADAP KEKUATAN IMPAK BASIS RESIN AKRILIK HEAT CURED

Muhammad Aditya Ramadhan Hasran^{1*}, Dian Noviyanti Agus Imam², Bambang Sunendar³

¹ Student of Dental Medicine, Faculty of Medicine, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto-Indonesia

² Department of Orthodontic, Faculty of Medicine, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto-Indonesia

³ Department of Engineering Physics, Faculty of Industrial Technology, Institute of Technology Bandung, Bandung-Indonesia

Research Report
Penelitian

ABSTRACT

Background: One of the materials for denture bases is heat-cured acrylic resin (PMMA). This material still lacks impact strength as a mechanical strength property. The addition of reinforcing material is known to increase the mechanical strength of PMMA. One of the reinforcing materials added to PMMA is nano cellulose from rice husks, one of the wastes from agricultural products.

Purpose: This study aims to determine rice husk nano cellulose's addition to the PMMA denture base's impact strength. **Method:** The research sample consisted of six groups, each group consisting of 8 samples selected by simple random. The P1, P2, P3, P4, P5 and K groups were PMMA with 1%, 2%, 3%, 4%, 5% nano cellulose and without nano cellulose. **Result:** Mean impact strength test results were $41.50 \times 10^{-3} \pm 3.891 \text{ J/mm}^2$ for P1, $44.13 \times 10^{-3} \pm 3.980 \text{ J/mm}^2$ for P2, $45.63 \times 10^{-3} \pm 4.438 \text{ J/mm}^2$ for P3, $46.87 \times 10^{-3} \pm 4.824 \text{ J/mm}^2$ for P4, $49.12 \times 10^{-3} \pm 4.016 \text{ J/mm}^2$ for P5 and $36.25 \times 10^{-3} \pm 1.982 \text{ J/mm}^2$ for K. One way Anova test results with p-value of 0.000 indicates differences in the six groups ($p < 0.05$). **Conclusion:** This study concludes that the impact strength value of PMMA with the addition of rice husk nano cellulose has increased compared to the control group without the addition of rice husk nano cellulose.

ABSTRAK

Latar Belakang: Salah satu bahan untuk pembuatan basis gigi tiruan di kedokteran gigi adalah resin akrilik *heat cured* (PMMA). Bahan tersebut masih memiliki kekurangan pada kekuatan impak sebagai salah satu sifat kekuatan mekanis. Penambahan bahan penguat diketahui dapat meningkatkan kekuatan mekanis PMMA. Bahan penguat yang dapat ditambahkan pada PMMA salah satunya adalah nanoselulosa dari sekam padi yang merupakan salah satu limbah dari hasil pertanian. **Tujuan:** Untuk mengetahui pengaruh penambahan nanoselulosa sekam padi terhadap kekuatan impak pada basis gigi tiruan PMMA. **Metode:** Sampel penelitian dibagi menjadi enam kelompok dengan setiap kelompok memiliki 8 sampel yang dipilih secara simple random sampling. Kelompok P1, P2, P3, P4, P5 dan K merupakan PMMA dengan penambahan nanoselulosa dari sekam padi sebesar 1%, 2%, 3%, 4%, 5% dan kelompok tanpa nanoselulosa. **Hasil:** Rerata nilai kekuatan impak pada kelompok P1, P2, P3, P4, P5 dan K sebesar $41,50 \times 10^{-3} \pm 3,891 \text{ J/mm}^2$ untuk P1, $44,13 \times 10^{-3} \pm 3,980 \text{ J/mm}^2$ untuk P2, $45,63 \times 10^{-3} \pm 4,438 \text{ J/mm}^2$ untuk P3, $46,87 \times 10^{-3} \pm 4,824 \text{ J/mm}^2$ untuk P4, $49,12 \times 10^{-3} \pm 4,016 \text{ J/mm}^2$ untuk P5 dan $36,25 \times 10^{-3} \pm 1,982 \text{ J/mm}^2$ untuk K. Hasil uji *One Way ANOVA* dengan nilai p adalah 0,000. Hasil menunjukkan bahwa terdapat perbedaan pada enam kelompok ($p < 0,05$). **Kesimpulan:** Nilai kekuatan impak PMMA pada kelompok perlakuan dengan penambahan nanoselulosa dari sekam padi mengalami peningkatan apabila dibandingkan dengan kelompok kontrol tanpa penambahan nanoselulosa dari sekam padi.

ARTICLE INFO

Received 12 December 2020

Revised 3 February 2021

Accepted 25 March 2021

Online 31 March 2021

Correspondence:
Muhammad Aditya Ramadhan
Hasran

E-mail:
madityarh18@gmail.com

Keywords:
Heat cured acrylic resin, Impact
strength, Nanocellulose, Rice husk

Kata kunci:

Kekuatan impak, Nanoselulosa,
Resin akrilik *heat cured*, Sekam padi



PENDAHULUAN

Gigi geligi di rongga mulut memiliki manfaat dan peran yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Kehilangan gigi dapat menurunkan estetika, menyebabkan gangguan pada fungsi pengunyahan, perubahan anatomi di dalam rongga mulut dan pengaruh pada asupan nutrisi (Kohli and Bhatia,2013). Pencegahan terhadap gangguan yang terjadi akibat kehilangan gigi dapat dilakukan dengan pembuatan gigi tiruan untuk dapat menggantikan gigi geligi yang hilang. Gigi tiruan yang dipakai dapat berupa gigi tiruan jenis lepasan dan cekat (Jang et al.,2015). Gigi tiruan jenis lepasan di Indonesia dikenal dengan nama Gigi Tiruan Sebagian Lepas (GTSL) dan merupakan salah satu jenis gigi tiruan yang umum digunakan di Indonesia (Jatudomi et al.,2016).

Gigi tiruan sebagian lepasan memiliki komponen yang terdiri dari elemen gigi tiruan, penahan, sandaran, konektor dan basis. Basis pada gigi tiruan berfungsi salah satunya sebagai tempat melekatnya elemen gigi tiruan (Manappalil,2015). Bahan yang digunakan untuk pembuatan basis gigi tiruan secara umum terbagi menjadi dua kelompok, yaitu bahan logam dan bahan non logam (J.F. and A. W. G.,2008). Bahan basis gigi tiruan yang secara umum dipakai hingga saat ini adalah jenis non logam yang berupa resin akrilik (J.F. and A. W. G.,2008; Al-Harbi et al.,2019).

Resin akrilik merupakan bahan yang hingga saat ini masih menjadi pilihan untuk pembuatan basis gigi tiruan karena proses pembuatannya mudah, memiliki sifat mekanik yang baik, memiliki warna dan estetika yang baik serta harganya yang cukup terjangkau (Al-Harbi et al.,2019). Komposisi resin akrilik pada umumnya terdiri dari *powder* yang mengandung polimer *polymethyl methacrylate* (PMMA) dan *liquid* sebagai monomer. Resin akrilik berdasarkan metode aktivasi dibagi menjadi tiga jenis, yaitu resin akrilik polimerisasi sinar (*light cured*), resin akrilik polimerisasi kimia (*self cured*) dan resin akrilik polimerisasi panas (*heat cured*) (Manappalil,2015).

Resin akrilik *heat cured* merupakan salah satu jenis resin akrilik yang umum digunakan sebagai bahan untuk pembuatan basis gigi tiruan. Resin akrilik *heat cured* memiliki kelebihan sebagai bahan basis gigi tiruan diantaranya bahan tersebut yang mudah untuk didapatkan, proses pembuatannya mudah, tidak beracun atau biokompatibel, cukup kuat untuk menahan tekanan dan beban kunyah dan mudah direparasi apabila terjadi kerusakan atau patah. (K. J. et al.,2012; Budiharjo et al.,2014). Beberapa kekurangan resin akrilik *heat cured* adalah mudah menyerap cairan, mudah terjadinya porus, kekuatan terhadap benturan dan tekanan yang rendah serta fleksibilitas yang rendah yang dapat menyebabkan gigi tiruan patah pada saat terjatuh (K. J. et al.,2012; Somani et al.,2019).

Kekuatan impak merupakan ukuran kekuatan dari suatu bahan ketika bahan tersebut patah akibat

benturan yang terjadi secara tiba-tiba. Kekuatan impak merupakan salah satu sifat mekanik dari basis gigi tiruan (K. J. et al.,2012). Pengaruh dari kekuatan impak biasanya terjadi di luar rongga mulut yang disebabkan oleh jatuhnya gigi tiruan pada saat dibersihkan, saat batuk atau bersin (Razalie,2017). Basis gigi tiruan resin akrilik *heat cured* cenderung dapat mengalami *fraktur* atau keretakan sebagai akibat kelemahan dari kekuatan impak ketika gigi tiruan berada di luar rongga mulut seperti pada saat gigi tiruan jatuh dengan tidak sengaja atau ketika dalam masa penggunaan di dalam mulut yang menyebabkan *flexural fatigue* dikarenakan perenggangan yang berulang akibat pengunyahan (K. J. et al.,2012; Razalie,2017). Kekuatan mekanik dari resin akrilik *heat cured* dapat ditingkatkan dengan menambahkan bahan penguat atau *reinforcement* (Salman et al., 2017).

Bahan penguat (*reinforcement*) yang dapat ditambahkan pada resin akrilik *heat cured* salah satunya adalah bahan alam sebagai bahan alternatif yang berupa selulosa. Selulosa merupakan unsur utama yang ada di dalam dinding sel tumbuhan dan dapat diekstrak dari berbagai macam sumber contohnya, kayu, rumput, serat biji, serat kulit, alga, jamur dan bakteri. Selulosa merupakan material yang dapat diperbaharui dan murah sehingga memiliki potensi yang dapat dimanfaatkan (Asim et al.,2017). Seiring dengan perkembangan teknologi, selulosa yang saat ini digunakan adalah selulosa berukuran nano atau nanoselulosa sebagai material yang memiliki kelebihan diantaranya memiliki densitas yang rendah dan dapat mudah dimodifikasi dengan kimia maupun mekanis serta bersifat biokompatibel (Thomas et al.,2018).

Nanoselulosa dapat disintesis dari berbagai tanaman (Thomas et al.,2018). Sekam padi merupakan bagian dari tanaman padi yang dapat menghasilkan nanoselulosa (Johar et al.,2012). Tanaman padi merupakan salah satu tanaman pokok yang banyak tumbuh di Indonesia. Menurut Badan Pusat Statistik (2018), Indonesia menghasilkan padi sebanyak 9,46 juta ton. Proses penggilingan padi akan menghasilkan sekam sebanyak 20-30%. Sekam padi mengandung selulosa 35%, hemiselulosa 25%, lignin 20% dan silika 17% (Ishak,2011). Kandungan silika pada sekam padi terbukti juga dapat meningkatkan kekuatan mekanis dari suatu bahan (Riyadi et al.,2019; Balos et al.,2016). Sekam padi yang tidak dimanfaatkan, dapat menjadi limbah yang hanya dibuang atau dibakar begitu saja. Pemanfaatan sekam padi untuk pembuatan nanoselulosa diharapkan dapat berperan mengurangi jumlah limbah sekam padi dan menjadi salah satu pemanfaatan bahan alam untuk perkembangan teknologi.

Pada penelitian oleh (Talari et al.,2016), penambahan nanoselulosa sebagai bahan penguat dengan konsentrasi 1%, 2,5% dan 5% yang berasal dari mikroselulosa komersial (*cellulose microcrystalline C4H1005 Merck Germany*) dapat meningkatkan kekuatan fleksural *polymethyl methacrylate* (PMMA)

self cured. Pada penelitian (Riyadi, 2020), penambahan nanoselulosa dari sekam padi dengan konsentrasi sebesar 1%, 2%, 3%, 4% dan 5% pada resin akrilik *heat cured* dapat meningkatkan kekuatan fleksural dengan kelompok nanoselulosa sekam padi konsentrasi 5% menghasilkan kekuatan fleksural tertinggi. Berdasarkan kedua penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa kekuatan mekanis bahan resin akrilik *heat cured* dapat ditingkatkan dengan penambahan nanoselulosa. Penelitian tentang pengaruh penambahan nanoselulosa dari sekam padi terhadap kekuatan impak basis gigi tiruan resin akrilik *heat cured* belum pernah dilakukan sehingga peneliti tertarik untuk melakukannya.

MATERIAL DAN METODE

Penelitian eksperimental laboratoris ini dilaksanakan di Laboratorium *Advanced Materials Processing* Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Bandung, Laboratorium Biologi Farmasi Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Jenderal Soedirman dan Laboratorium Bahan Teknik Mesin Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada. Bahan penelitian ini diantaranya resin akrilik *heat cured*, kitosan 1% dan bubuk nanoselulosa dari sekam padi sebagai filler. Penelitian ini menggunakan *charpy impact tester* sebagai alat uji kekuatan impak.

Tahapan kerja dimulai dengan pembuatan nanoselulosa dari sekam padi. Sintesis nanoselulosa berbahan sekam padi dilakukan dengan metode hidrolisis asam. Prosedur penelitian diawali dengan proses perolehan selulosa. Sekam padi ditimbang sebanyak 60 gram kemudian dilakukan proses hidrolisis basa dengan larutan natrium hidroksida (NaOH) 4M diatas *magnetic stirrer* selama 4 jam pada suhu 80°C. Endapan filtrat hasil hidrolisis basa disaring menggunakan kertas saring dan dibilas menggunakan akuades hingga diperoleh pH 7, lalu dikeringkan pada temperatur 60°C selama 24 jam menggunakan tungku pemanas. Filtrat sekam padi hasil hidrolisis basa yang telah kering kemudian dilakukan proses delignifikasi atau *bleaching* menggunakan *natrium hipoklorit* (NaOCl) 2,5% dan dimasukkan ke larutan NaOCl selama 15-30 menit untuk mendapatkan selulosa.

Selanjutnya dilakukan proses hidrolisis asam untuk mendapatkan selulosa yang berukuran nanometer dengan menggunakan H₂SO₄ 45% yang diaduk selama 90 menit. Setelahnya ditambahkan akuades dan dinetralkan dengan larutan NaOH 0,5 M. Endapan yang terbentuk dari hasil penetralan disonikasi menggunakan *ultrasonic homogenizer* kemudian selama 10 menit dilakukan proses sentrifugasi dengan kecepatan 10.000 rpm dan terbentuk produk gel nanoselulosa. Produk gel nanoselulosa diambil sebanyak 0,5 g untuk dikarakterisasi menggunakan TEM. Sebagian hasil sentrifugasi yang diperoleh diletakkan di cawan petri dan kemudian dikeringkan pada temperatur 60°C selama 24 jam menggunakan tungku pemanas. Hasil akhir kemudian dihaluskan dan ditimbang dengan

timbangan digital. Sebanyak 0,5 g sampel nanoselulosa sekam padi diuji FTIR untuk identifikasi gugus fungsi dan mengetahui senyawa yang terkandung.

Kemudian dilakukan pembuatan larutan kitosan 1% sebagai *coupling agent*. Larutan kitosan dibuat dengan cara mencampurkan 2 gram bubuk kitosan dengan asam asetat 2% dengan komposisi 2 ml asam asetat dan 98 ml aquades, kemudian dilakukan pengadukan dengan *magnetic stirrer* hingga keseluruhan bubuk kitosan larut dan tidak terdapat endapan.

Sampel penelitian berupa plat resin akrilik *heat cured* yang dibuat dengan menggunakan cetakan sampel berbahan aluminium dengan ukuran 65 mm x10 mm x4 mm sesuai ASTM D-256 dengan kalibrasi. Sampel penelitian terbagi menjadi 6 kelompok dengan 1 kelompok sebagai kelompok kontrol dan 5 kelompok lainnya sebagai kelompok yang diberi perlakuan. Kelompok kontrol (K) merupakan kelompok resin akrilik *heat cured* tanpa penambahan nanoselulosa sekam padi. Kelompok perlakuan 1 (P1), perlakuan 2 (P2), perlakuan 3 (P3), perlakuan 4 (P4), dan perlakuan 5 (P5) merupakan kelompok resin akrilik *heat cured* dengan nanoselulosa dari sekam padi secara berturut-turut sebesar 1%, 2%, 3%, 4% dan 5%.

Selanjutnya dilakukan pembuatan sampel penelitian dengan perbandingan polimer dan monomer 2:1. Bubuk polimer, monomer, kitosan dan bubuk nanoselulosa dihomogenkan dengan *ultrasonic homogenizer*. Adonan kemudian diaduk hingga mencapai fase *dough*, kemudian dilanjutkan proses polimerisasi menggunakan *waterbath* dengan suhu 70°C selama 90 menit dan kemudian 100°C selama 30 menit. Sampel kemudian dikeluarkan dari cetakan dan dilakukan proses *finishing*. Resin akrilik yang berlebihan dibuang dan dirapikan dengan *bur carbid* dengan kecepatan 18.000 rpm dan permukaan yang masih kasar dihaluskan. Proses *polishing* menggunakan *feltcone*, *bur rag wheel*, *bur cotton wheel* (bulu domba) dan pumis dengan kecepatan 100 rpm selama 2 menit dalam keadaan basah hingga mengkilat dan permukaan halus. Setiap sampel kemudian diukur menggunakan digital *sliding caliper* secara berkala untuk mendapatkan ukuran yang sesuai standar. Sampel kemudian direndam di dalam *saliva* buatan dengan pH 7 selama 48 jam pada suhu 37°C untuk menghilangkan monomer sisa pada dan agar seluruh sampel berada dalam keadaan yang sama.

Kekuatan impak diuji menggunakan alat *charpy impact tester*. Sampel terlebih dahulu diberi nomor pada kedua ujungnya dan sampel ditempatkan secara horizontal dan sejajar dengan kedua ujung dudukan sampel pada alat *charpy impact tester*. Lengan pemukul pada alat *charpy impact tester* kemudian dikunci. Kunci lengan pemukul kemudian dilepaskan dan lengan pemukul akan membentur sampel hingga patah. Sampel yang patah dapat disatukan kembali sesuai nomor yang sebelumnya telah diberikan. Energi yang tertera pada alat *charpy impact tester* kemudian dilakukan perhitungan kekuatan impak. Satuan yang digunakan pada alat ini adalah J/mm².

HASIL

Hasil uji kekuatan impact tersaji pada Tabel 1. Berdasarkan data pada Tabel 1, rerata nilai kekuatan impact dengan rerata tertinggi pada P5 yaitu $49,12 \times 10^{-3} \pm 4,016 \text{ J/mm}^2$. Rerata nilai kekuatan impact berturut-turut yaitu kelompok K dengan nilai $36,25 \times 10^{-3} \pm 1,982 \text{ J/mm}^2$, kelompok P1 dengan nilai $41,50 \times 10^{-3} \pm 3,891 \text{ J/mm}^2$, kelompok P2 dengan nilai $44,13 \times 10^{-3} \pm 3,980 \text{ J/mm}^2$, kelompok P3 dengan nilai $45,63 \times 10^{-3} \pm 4,438 \text{ J/mm}^2$ dan kelompok P4 dengan nilai $46,87 \times 10^{-3} \pm 4,824 \text{ J/mm}^2$. Nilai terkecil terdapat pada kelompok K, yaitu $36,25 \times 10^{-3} \pm 1,982 \text{ J/mm}^2$.

Hasil nilai kekuatan impact kemudian dilakukan pengujian secara statistik dengan uji normalitas dan dilanjutkan dengan uji homogenitas. Uji normalitas dilakukan dengan uji *Saphiro Wilk*. Derajat kepercayaan yang digunakan pada uji *Saphiro Wilk* adalah 95%. Uji homogenitas dilakukan dengan menggunakan uji *Levene Test*. Nilai signifikansi (p) dari kelompok semua kelompok yang diuji menunjukkan lebih dari 0,05 ($p > 0,05$) untuk uji normalitas dan homogenitas sehingga dapat disimpulkan bahwa data yang diperoleh telah terdistribusi normal dan homogen. Analisis secara statistik menggunakan uji parametrik dengan uji *One Way ANOVA* dilakukan untuk melihat ada atau

tidaknya perbedaan bermakna pada nilai kekuatan impact kelompok sampel. Hasil uji statistik *One Way ANOVA* menunjukkan nilai p sebesar 0,000 ($p < 0,05$) yang menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna antara nilai kekuatan impact pada masing-masing kelompok sampel. Hasil uji statistik *One Way ANOVA* nilai kekuatan impact ditampilkan pada Tabel 1. Selanjutnya dilakukan uji *post hoc Least Significant Differences (LSD)* untuk mengetahui kelompok dengan perbedaan bermakna.

Hasil uji *Least Significant Differences (LSD)* dapat dilihat pada Tabel 2. Hasil uji *Least Significant Differences (LSD)* pada Tabel 2, menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan pada kelompok P1 dengan kelompok kontrol dan perbedaan yang sangat signifikan dengan nilai $p \leq 0,01$ pada kelompok P2, P3, P4 dan P5 dengan kelompok kontrol. Kelompok P5 memiliki perbedaan yang sangat signifikan dengan nilai $p \leq 0,01$ apabila dibandingkan dengan kelompok P1 dan memiliki perbedaan yang signifikan dengan nilai $p \leq 0,05$ apabila dibandingkan dengan kelompok P2. Kelompok P4 memiliki perbedaan yang sangat signifikan dengan nilai $p \leq 0,01$ apabila dibandingkan dengan kelompok P1. Kelompok P3 memiliki perbedaan yang signifikan dengan nilai $p \leq 0,05$ apabila dibandingkan dengan kelompok P1.

Tabel 1. Rerata dan standar deviasi nilai kekuatan impact

No	Kelompok Sampel	Kekuatan Impact (J/mm^2) \pm SD	Nilai P
1	Kelompok K (Tanpa Nanoselulosa)	$36,25 \times 10^{-3} \pm 1,982$	0,000*
2	Kelompok P1 (Nanoselulosa 1%)	$41,50 \times 10^{-3} \pm 3,891$	
3	Kelompok P2 (Nanoselulosa 2%)	$44,13 \times 10^{-3} \pm 3,980$	
4	Kelompok P3 (Nanoselulosa 3%)	$45,63 \times 10^{-3} \pm 4,438$	
5	Kelompok P4 (Nanoselulosa 41%)	$46,87 \times 10^{-3} \pm 4,824$	
6	Kelompok P5 (Nanoselulosa 5%)	$49,12 \times 10^{-3} \pm 4,016$	

*: terdapat perbedaan yang bermakna ($p \leq 0,05$)

Tabel 2. Hasil uji *post hoc Least Significant Differences (LSD)* nilai kekuatan impact

Kelompok	P1	P2	P3	P4	P5	K
P1		0,192	0,043*	0,010**	0,000**	0,011*
P2			0,453	0,172	0,015*	0,000**
P3				0,531	0,084	0,000**
P4					0,262	0,000**
P5						0,000**
K						

*: terdapat perbedaan yang signifikan antar kelompok ($p \leq 0,05$)

** : terdapat perbedaan yang sangat signifikan antar kelompok ($p \leq 0,01$)

PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kekuatan impact resin akrilik *heat cured* dengan penambahan nanoselulosa dari sekam padi dengan konsentrasi 1%, 2%, 3%, 4% dan 5% mengalami peningkatan dibandingkan dengan resin akrilik *heat cured* tanpa penambahan nanoselulosa dari sekam padi. Peningkatan kekuatan impact paling signifikan terjadi pada kelompok P5, yaitu penambahan nanoselulosa sekam padi dengan konsentrasi 5%.

Hasil nilai uji kekuatan impact resin akrilik *heat cured* pada Tabel 1 menunjukkan nilai yang berbeda antara kelompok kontrol dan kelompok perlakuan. Pada penelitian ini kelompok perlakuan yang ditambahkan nanoselulosa sekam padi 1%, 2% serta 3% dapat meningkatkan kekuatan impact dari basis gigi tiruan resin akrilik *heat cured*. Hal ini sesuai dengan penelitian (Fahma et al.,2012) bahwa terjadi peningkatan kekuatan mekanis dari PMMA yang ditambahkan dengan nanoselulosa 0,5%, 1% dan 3%. Pada penelitian ini juga terjadi peningkatan kekuatan impact pada kelompok perlakuan yang ditambahkan nanoselulosa sekam padi 3%, 4% dan 5%. Hal ini sejalan dengan penelitian (Salman et al.,2017) yang menyatakan bahwa kekuatan impact resin akrilik *heat cured* dapat ditingkatkan dengan penambahan nanosilika sebesar 3% dan 5%.

Kekuatan impact merupakan kemampuan suatu bahan untuk menerima beban benturan hingga bahan tersebut patah yang dinyatakan dalam satuan J/mm^2 (Asar et al.,2013). Kekuatan impact merupakan salah satu sifat dari resin akrilik *heat cured*. Kekuatan mekanis dari bahan resin akrilik *heat cured* dapat ditingkatkan dengan salah satu caranya adalah dengan penambahan bahan pengisi sebagai penguat atau *reinforcement* seperti alumina, zirkonia dan silika. Penelitian oleh (Asar et al., 2013) menunjukkan kekuatan impact resin akrilik *heat cured* mengalami peningkatan dengan penambahan aluminium oksida (Al_2O_3) sebanyak 2%. (Salman and Khalaf,2015) juga menunjukkan kekuatan impact resin akrilik *heat cured* mengalami peningkatan dengan penambahan nanofiller zirkonia oksida (ZrO_2) pada konsentrasi 2%. Penelitian oleh (Salman et al.,2017) lebih lanjut menunjukkan kekuatan impact pada resin akrilik *heat cured* dengan penambahan nanopartikel silika oksida (SiO_2) juga mengalami peningkatan.

Pada penelitian ini, bahan penguat atau *reinforcement* yang digunakan adalah bahan yang diperoleh dari alam seperti selulosa. Penelitian ini menggunakan nanoselulosa yang disintesis dari selulosa sekam padi. Nanoselulosa memiliki struktur kristalinitas, aspek rasio, dispersi dan luas permukaan yang baik serta kekuatan tarik dan modulus elastisitas yang tinggi (loelovich,2012). Nanoselulosa berukuran nanometer sehingga mampu aktif mengisi celah dan membantu ikatan antar matriks dari komposit. Jenis ikatan polimer pada resin akrilik *heat cured* atau PMMA

merupakan ikatan lurus atau linear. Ketidakstabilan ikatan pada resin akrilik *heat cured* atau PMMA akan mempengaruhi sifat mekaniknya dan membentuk radikal bebas (Pandey and Kar,2015).

Nanoselulosa sekam padi pada penelitian ini mengandung senyawa silika. Rantai ikatan nanoselulosa dari sekam padi memiliki kandungan silika dioksida (SiO_2) sebesar 0,75% (Sulastrri and Kristianingrum, 2010). Senyawa silika memiliki sifat dapat mengisi dan mengurangi porositas pada nanokomposit, penetrasi tinggi, getas, serta menurunkan persentasi penyerapan air (Hamad,2017). Silika sekam padi akan mengalami kemisorpsi apabila berikatan dengan air. Kemisorpsi merupakan adsorpsi atau peristiwa menempelnya molekul, ion, atom pada permukaan sehingga mencegah masuknya molekul air (Sulastrri and Kristianingrum, 2010). Sifat silika ini dapat meningkatkan kekuatan fleksural, kekuatan impact dan kekasaran permukaan dari resin akrilik *heat cured* (Salman et al.,2017).

Nanoselulosa sekam padi dengan kitosan sebagai coupling agent membantu kestabilan rantai ikatan dari matriks resin akrilik *heat cured* dengan ikatan hidrogennya dan celah pada matriks resin akrilik *heat cured* dapat terisi oleh silika yang terkandung pada rantai nanoselulosa sekam padi sehingga dapat meningkatkan kekuatan impact. Distribusi dan ukuran dari nanoselulosa sekam padi pada resin akrilik *heat cured* yang merata dapat mengisi ruang atau celah dan mengurangi porositas yang terjadi sehingga didapatkan nilai kekuatan impact yang baik (Salman et al.,2017).

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, nanoselulosa dari sekam padi dapat meningkatkan kekuatan impact resin akrilik *heat cured* dengan konsentrasi nanoselulosa dari sekam padi tertinggi sebesar 5% dan konsentrasi nanoselulosa dari sekam padi terendah sebesar 1%. Nilai kekuatan impact pada kelompok perlakuan dengan penambahan nanoselulosa dari sekam padi mengalami peningkatan apabila dibandingkan dengan kelompok kontrol tanpa penambahan nanoselulosa dari sekam padi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada pihak Laboratorium Biologi Farmasi Universitas Jenderal Soedirman, Laboratorium *Advanced Materials Processing* Institut Teknologi Bandung dan Laboratorium Bahan Teknik Universitas Gadjah Mada serta semua pihak yang telah berkontribusi terhadap penelitian ini. Peneliti menyatakan tidak ada konflik kepentingan dengan pihak yang terkait dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Harbi, F.A., Abdel Halim, M.S., Gad, M.M., Fouda, S.M., Baba, Nadim, Z., Al Rumaih, H.S., Akhtar, S., 2019. Effect of Nanodiamond Addition on Flexural Strength, Impact Strength and Surface Roughness of PMMA Denture Base. *J. Prosthodont.* 28, 417–425.
- Asar, N.V., Albayrak, H., Korkmaz, T., Turkyilmaz, I., 2013. Influence of Various Metal Oxides on Mechanical and Physical Properties of Heat-Cured Polymethyl Methacrylate Denture Base Resins. *J. Adv. Prosthodont.* 5, 241–247.
- Asim, M., Nasir, M., Hashim, R., Sulaiman, O., 2017. Nanocellulose: Preparation Method and Applications. *Cellul. Nanofibre Compos.* 261–276.
- Balos, S., Puskar, T., Potran, M., Markovic, D., Pilic, B., Pavlicevic, J., Kojic, V., 2016. Modulus Elasticity, Flexural Strength and Biocompatibility of Polymethyl Methacrylate Resin with Low Addition of Nanosilica. *Res. Rev. J. Dent. Sci.* 4, 26–33.
- Budiharjo, A., Wahyuningtyas, E., Sugiatno, E., 2014. Pengaruh Lama Pemanasan Pasca Polimerisasi dengan Microwave terhadap Monomer Sisa dan Kekuatan Transversal pada Reparasi Plat Gigi Tiruan Resin Akrilik. *J. Kedokt. Gigi* 5, 1–13.
- Fahma, F., Hori, N., Iwata, T., Takemura, A., 2012. The Morphology and Properties of Poly (Methyl methacrylate) - Cellulose Nanocomposites Prepared by Immersion Precipitation Method. *J. Appl. Polym. Sci.* 128, 1–6.
- Hamad, Q.A., 2017. Study of The Effect of Nano ceramic Particles on Some Physical Properties of Acrylic Resin. *Eng. Technol. J.* 35, 124–129.
- Ioelovich, M., 2012. Optimal Conditions for Isolation of Nanocrystalline Cellulose Particles. *Nanosci. Nanotechnol.* 2, 9–13.
- Ishak, Z.A.M., 2011. Editorial Corner-A Personal View Rice Husk; Turning Wastes into Wealth. *eXPRESS Poly. e Xpress Polym. Lett.* 5, 569.
- J.F., M., A. W. G., W., 2008. *Applied Dental Materials*, 9 th. ed. EGC, Jakarta.
- Jang, D.-E., Lee, J.-Y., Jang, H.-S., Lee, J.-J., Son, M.-K., 2015. Color Stability, Water Sorption and Cytotoxicity of Thermoplastic Acrylic Resin for Non Dental Clasp Denture. *J. Adv. Prosthodont.* 7, 278–287.
- Jatudomi, Gunawan, P.N., Siagian, K. V., 2016. Alasan Pemakaian Gigi Tiruan Lepas pada Pasien Poliklinik Gigi di BLU RSUP Prof. Dr. R.D. Kandou Manado. *J. e-Gigi* 4, 40–45.
- Johar, N., Ahmad, I., Dufresne, A., 2012. Extraction, Peparation and Characterization of Cellulose Fibres and Nanocrystals. *Ind. Crops Prod.* 37, 93–99.
- K. J., A., Shen, C., R., R., 2012. *Phillips Science of Dental Materials*, 12 th. ed. Elsevier Science, St. Louis.
- Kohli, S., Bhatia, S., 2013. Polyamides in Dentistry. *Int. J. Sci. Study* 1, 20–25.
- Manappalil, J.J., 2015. *Basic Dental Materials*, 4 th. ed. Jaypee Brothers Medical Publishers, New Delhi.
- Pandey, J.K., Kar, K.K., 2015. *Handbook of Polymer Nanocomposites, Processing, Performance and Application*, 4 th. ed. Springer, London.
- Razalie, L.P., 2017. Pengaruh Penambahan Aluminium Oksida terhadap Kekuatan Fleksural dan Impak pada Bahan Basis gigi tiruan Resin Akrilik Heat-cured. Universitas Sumatera Utara.
- Riyadi, W., Purwasasmita, B.S., Imam, D.N.A., 2019. Pengaruh Penambahan Nanoselulosa Sekam Padi (*O. sativa* L.) terhadap Kekuatan Fleksural Bahan Basis Gigi tiruan Resin Akrilik Heat-cured. *E-Prodenta J. Dent.* 4, 336–342.
- Salman, A.D., Jani, G.H., Fatalla, A.A., 2017. Comparative Study of The Effect of Incorporating SiO₂ Nanoparticles on Properties of Polymethyl Methacrylate Denture Bases. *Biomed. Pharmacol. J.* 10, 1525–1535.
- Salman, T.A., Khalaf, H.A., 2015. The Influence of Adding of Modified ZrO₂ - TiO₂ Nanoparticles on Certain Physical and Mechanical Properties of Heat Polymerized Acrylic Resin. *J. Baghdad Coll. Dent.* 27.
- Somani, M.V., Khandelwal, M., Punia, V., Sharma, V., 2019. The Effect of Incorporating Various Reinforcement Materials on Flexural Strength and Impact Strength of Polymethylmethacrylate: A Meta Analysis. *J. Indian Prosthodont. Soc.* 19, 101–112.
- Sulastri, S., Kristianingrum, S., 2010. Berbagai Macam Senyawa Silika: Sintesis, Karakterisasi dan Pemanfaatan. *J. Pendidik. Kim. FMIPA.*
- Talari, F.S., Qujeq, D., Amirian, K., Ramezani, A., 2016. Evaluation the Effect of Cellulose Nanocrystalline Particles on Fleksural Strength and Surface Hardness of Autopolymerized Temporary Fixed Restoration Resin. *Int. J. Adv. Biotechnol. Res.* 7, 152–160.
- Thomas, B., Raj, M.C., K. B., A., M. H., R., Joy, J., Moores, A., Drisko, G.L., Sanchez, C., 2018. Nanocellulose, A Versatile Green Platform: From Biosources to Materials and Their Applications. *ACS* 118, 11575–11625.