E-Prodenta Journal of Dentistry. 2020. 4(2): 336-342
DOI : http://dx.doi.org/10.21776/ub.eprodenta.2020.004.02.5
E-ISSN : 2597-4912

Penambahan Nanoselulosa Sekam Padi Terhadap Kekuatan Fleksural Basis Gigi tiruan Resin Akrilik Polimerisasi Panas

Wisnu Riyadi[1], Bambang Sunendar Purwasasmita[2], Dian Noviyanti Agus Imam[3]

[1]Jurusan Kedokteran Gigi, Fakultas Kedokteran,Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto,

[2]Progam Studi Teknik Fisika, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Bandung, Bandung,

[3]Departemen Ortodonti, Jurusan Kedokteran Gigi, Fakultas Kedokteran, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto

Korespondensi : Wisnu Riyadi; Email : riyadiwisnu7@gmail.com

ABSTRAK

Latar Belakang : Basis gigi tiruan berfungsi untuk tempat anasir gigi dan sebagai pengganti tulang alveolar yang hilang. Resin akrilik polimerisasi panas merupakan bahan basis gigitiruan yang sering digunakan. Penambahan bahan alam pada bahan resin digunakan untuk memperbaiki kekuatan fleksuralnya, seperti nanoselulosa sekam padi. **Tujuan :** untuk mengetahui kekuatan fleksural dan karakteristik morfologi permukaan dari basis gigitiruan resin akrilik polimerisasi panas yang ditambahkan nanoselulosa sekam padi (*Oryza sativa L*). **Metode :** Penelitian eksperimental laboratoris murni dengan *post test only control group design*. Sampel terdiri dari empat puluh delapan plat resin akrilik polimerisasi panas yang dibagi 6 kelompok, yaitu yang ditambahkan nanoselulosa 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, dan resin akrilik polimerisasi panas tanpa penambahan nanoselulosa. Uji kekuatan fleksural dilakukan menggunakan *metode three point bending* dan pengamatan karakteristik permukaan dilakukan menggunakan SEM. **Hasil :** Kelompok resin akrilik dengan penambahan nanoselulosa 5% memiliki kekuatan fleksural tertinggi (79,62 MPa), sedangkan kelompok resin akrilik tanpa penambahan nanoselulosa memiliki kekuaran fleksural terendah (60,55 MPa). Terdapat perbedaan bermakna hasil uji kekuatan fleksural masing-masing kelompok perlakuan dan kontrol ($p<0,05$). Hasil uji SEM pada setiap kelompok menunjukkan gambaran yang homogen namun memiliki sedikit aglomerasi dan porositas. **Kesimpulan :** Penambahan nanoselulosa sekam padi dapat meningkatkan kekuatan fleksural basis gigitiruan resin akrilik polimerisasi panas.

Kata kunci : *Nanoselulosa, kekuatan fleksural, gigi tiruan, resin akrilik polimerisasi panas, sekam padi*

RICE HUSK'S NANO CELLULOSE ADDITION ON THE HEAT CURED ACRYLIC RESIN DENTURE BASE TOWARD FLEXURAL STRENGTH

ABSTRACT

Background: *The denture base ~~as~~ is a place for artificial teeth and a replacement for the lost alveolar bone. Heat cured polymerized acrylic resin is a common denture base material. The addition of natural substances to the resin material improves its flexural strength, such as rice husk's nano cellulose.* ***Purpose:*** *To compare the flexural strength and describe the surface morphological characteristics of the heat-cured acrylic resin denture base added by nanocellulose of the rice husk (Oryza sativa L). Methode: This was an experimental laboratory research with a post-test only control group designed. The sample consisted of forty-eight heat-cured acrylic resin bases. They were divided into six groups added with nano cellulose: 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, and without the addition of nano cellulose group. The flexural strength test was carried out using the three-point bending method, and the observation of surface characteristics was carried out using SEM.* ***Results:*** *The heat cured acrylic resin group with 5% nano cellulose had the highest flexural strength (79.62 MPa). The acrylic resin group without nano cellulose had the lowest flexural strength (60.55 MPa). There was a significant difference in the flexural strength test ($p<0,05$). The SEM test showed the homogeneous image, but still had porosity and agglomeration.* ***Conclusion:*** *The addition of rice husk's nano cellulose could increased the heat-cured acrylic resin's flexural strength.*

Keywords: *Nano cellulose, flexural strength, denture, heat-cured acrylic resin, rice husk.*

PENDAHULUAN

Kehilangan gigi yang dibiarkan dalam jangka waktu yang lama akan menyebabkan penurunan tulang alveolar, fungsi mastikasi yang kurang baik, dan dapat berpengaruh terhadap fungsi sendi temporomandibular[1]. Perawatan pada gigi yang hilang dapat dilakukan dengan cara membuat gigi tiruan untuk mengembalikan fungsi mastikasi, estetik, dan fonasi pada pasien. Salah satu komponen gigi tiruan sebagian lepasan (GTSL) adalah basis.

Bahan basis gigitiruan yang sering digunakan adalah resin akrilik polimerisasi panas. Resin akrilik polimerisasi panas sering digunakan untuk bahan basis gigitiruan karena proses pembuatan yang mudah dengan menggunakan peralatan yang sederhana, estetik cukup baik, mudah direparasi, dan cukup stabil terhadap panas. Beberapa kekurangan resin akrilik polimerisasi panas adalah mengalami perubahan warna, mudah menyerap cairan, mudah terjadi porus, kekuatan terhadap benturan rendah, serta fleksibilitas rendah sehingga gigitiruan mudah patah[2].

Fleksibilitas atau kekuatan fleksural basis gigitiruan resin akrilik polimerisasi panas dapat ditingkatkan dengan penambahan bahan *reinforcement*. Selulosa merupakan serat alam yang dapat dijadikan bahan *reinforcement*[3]. Selulosa dapat diperoleh dari tumbuhan, misalnya sekam padi[4]. Tanaman padi merupakan tanaman pangan pokok yang banyak tumbuh di Indonesia. Indonesia menghasilkan padi sebanyak 9,46 juta ton[5]. Proses penggilingan padi akan menghasilkan sekam sebanyak 20-30%, dedak sebanyak 8-12% dan beras sebanyak 52%. Sekam padi mengandung selulosa 35%, hemiselulosa 25%, lignin20% dan silika17%[6].

Selulosa sekam padi dapat disintesis menjadi nanoselulosa dengan cara menghilangkan matriks hemiselulosa dan lignin sehingga memiliki kestabilan termal serta peningkatan kristalin, struktur, dan morfologi permukaan[7]. Selulosa dapat diisolasi dengan cara hidrolisis asam menjadi nanoselulosa sehingga dapat digunakan sebagai partikel penguat[8]. Nanoselulosa merupakan hasil sintesis dari selulosa yang memiliki ukuran panjang 5-20 nanometer dan lebar 10 nanometer yang memiliki kekuatan tarik sebesar 130-214 MPa dan modulus *Young* sekitar 10-14 GPa[8]. Nanoselulosa memiliki potensi sebagai bahan *reinforcement* untuk komposit dan material *thermo plastic* seperti resin akrilik karena mempunyai kekuatan tekan dan modulus elastisitas yang tinggi[3]. Silika oksida (SiO_2) memiliki sifat hidrofobik atau sulit untuk berikatan dengan molekul air[10]. Silika memiliki sifat getas, penetrasi tinggi, dapat mengisi dan mengurangi porositas nanokomposit, serta menurunkan persentasi penyerapan air[11].

Penelitian dilakukan untuk mengetahui kekuatan fleksural dan karakteristik morfologi permukaan dari basis gigitiruan resin akrilik polimerisasi panas yang ditambahkan nanoselulosa sekam padi (*Oryza sativa L*).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental murni laboratoris dengan rancangan *post test only control group design*. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium *Advance Materials Processing*, Progam Studi Teknik Fisika,

Fakultas Teknik Industri, Institut Teknologi Bandung untuk sistesis nanoselulosa sekam padi, Laboratorium Material, Fakultas Kedokteran Gigi, Universital Maranatha, Bandung untuk menguji kekuatan fleksural dengan menggunakan *universal testing machine* (UTM), serta Laboratorium Politeknik Manufaktur Bandung untuk melakukan uji karakterisasi morfologi permukaan plat resin akrilik polimerisasi panas

Empat puluh delapan sampel basis gigitiruan berukuran 65x10x2,5 mm digunakan sebagai sampel penelitian dan dibagi menjadi 6 kelompok yaitu kelompok resin akrilik dengan

polimer 4,95 gram dan 0,05 nanoselulosa (P1), polimer 4,9 gram dan 0,1 nanoselulosa (P2), polimer 4,85 gram dan 0,15 nanoselulosa (P3), polimer 4,8 gram dan 0,2 nanoselulosa (P4), dengan polimer 4,75 gram dan 0,25 nanoselulosa (P5), serta resin akrilik tanpa penambahan nanoselulosa sekam padi sebagai kelompok kontrol(K).

Prosedur penelitian ini dilakukan dengan pembuatan nanoselulosa sekam padi menggunakan metode hidrolisis asam. Pembuatan cetakan atau *mould* menggunakan *stainless steel* berukuran panjang 65 lebar, 10 mm dan tebal 2,5 mm. Polimer resin akrilik polimerisasi panas dan nanoselulosa dicampurkan ke dalam *mixing jar*, dan kemudian ditambahkan monomer sesuai ketentuan pabrik. Diaduk secara perlahan kemudian *mixing jar* ditutup serta ditunggu hingga mencapai *dough stage*. Resin akrilik diletakkan kedalam cetakan yang telah diolesi *could mould seal*. Selanjutnya dilakukan *curing* menggunakan *waterbath* pada suhu 70°C selama 90 menit kemudian dilanjutkan hingga 100°C selama 30 menit dan didiamkan hingga suhu ruang. Plat basis resin akrilik polimerasi panas dilakukan *finishing* dan *polishing*. Plat resin akrilik polimerisasi panas kemudian direndam dalam akuades selama 48 jam pada suhu 37°C dalam inkubator[12].

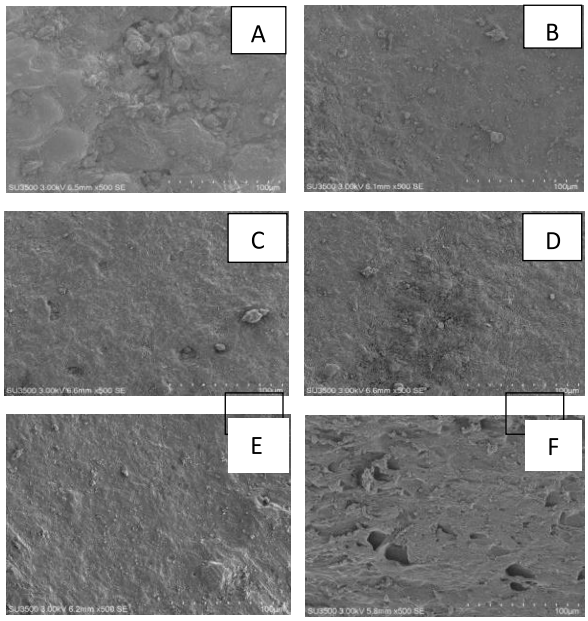
Pengukuran kekuatan fleksural menggunakan metode *three point bending* memakai *Universal Testing Machines* dan uji karakteristik permukaan menggunakan *Scaning Electron Microscope* (SEM). Pencatatan dan perhitungan hasil kekuatan fleksural menggunakan rumus[13]:

$$S = 3PL/2bd2$$

Keterangan:
S = kekuatan fleksural (kg/cm2)
P = beban maksimum (N) L = jarak pendukung (cm) b = lebar sampel(cm)
d = tebal sampel(cm)

Data yang diperoleh selanjutnya ditabulasi dan dianalisis menggunakan uji *One-Way ANOVA* dan dilanjutkan menggunakan uji *Post Hoc* LSD.

HASIL PENELITIAN



Gambar 1. Hasil Uji Karakteristik Permukaan Resin Akrilik Polimerisasi Panas dengan perbesaran 500x yaitu: (A) Penambahan nanoselulosa 1% (B) Penambahan nanoselulosa 2% (C) Penambahan nanoselulosa 3% (D) Penambahan nanoselulosa 4% (E) Penambahan nanoselulosa 5% (F) Tanpa penambahan nanoselulosa.

Dari gambar terlihat bahwa sampel dari setiap kelompok memiliki gambaran yang homogen namun masih terdapat porositas dan aglomerasi. Urutan kelompok sampel dengan porous terbesar sampai terkecil adalah kelompok K sebesar 8,69-26,98 µm, kelompok P1 sebesar 8,59-15,14 µm, kelompok P2 sebesar 8,67-15,07 µm, kelompok P3 sebesar 2,95-3,25 µm, kelompok P4 sebesar 2,67-2,98 µm, dan kelompok P5 sebesar 2,32-2,77µm. Kelompok P5 memiliki gambaran porositas dan aglomerasi paling sedikit bila dibandingkan dengan sampel kelompok P1, P2, P3 dan P4.

Rerata dan simpangan baku (SB) kekuatan fleksural resin akrilik polimerisasi panas dapat dilihat pada tabel 1. Hasil uji Post Hoc LSD nilai kekuatan fleksural dapat dilihat pada tabel 2. Rerata kekuatan fleksural tertinggi pada kelompok P5 yaitu sebesar 9,62 MPa dan rerata terendah pada kelompok Kontrol sebesar 60,55 MPa.

Tabel 1. Rerata dan Standar Deviasi Nilai Kekuatan Fleksural Basis Gigitiruan Resin Akrilik Polimerisasi Panas (MPa)

No	Kelompok Sampel	Kekuatan Fleksural (MPa) ± SD
1.	Kelompok P1 (Nanoselulosa 1%)	68,38±4,62
2.	Kelompok P2 (Nanoselulosa 2%)	69,98±4,83
3.	Kelompok P3 (Nanoselulosa 3%)	70,66±3,14
4.	Kelompok P4 (Nanoselulosa 4%)	72,56±4,8
5.	Kelompok P5 (Nanoselulosa 5%)	79,62±4,47
6.	Kelompok K (Tanpa Nanoselulosa)	60,55±8,51

Tabel 2. Hasil Uji Post Hoc LSD Nilai Kekuatan Fleksural

Kel	K1	K2	K3	K4	K5	K6
K1		0,555	0,396	0,123	0,000**	0,005**
K2			0,801	0,338	0,001**	0,001**
K3				0,478	0,002**	0,000**
K4					0,011*	0,000**
K5						0,000**
K6						

Keterangan:

*=terdapat perbedaan yang signifikan (p≤0,05) antarkelompok

**= terdapat perbedaan yang sangat signifikan (p≤0,01) antarkelompok

Data hasil uji fleksural terdistribusi normal dan homogen ($p \geq 0,05$). Hasil uji *One-way* ANOVA menunjukkan bahwa kekuatan fleksural antar kelompok terdapat perbedaan signifikan ($p \leq 0,05$). Hasil uji *Post Hoc Least Significance Different* (LSD) menunjukkan terdapat perbedaan signifikan antara kelompok perlakuan dengan kontrol serta kelompok P5 dengan kelompok P1,P2,P3, dan P4. dengan $p = 0,000 (p \leq 0,05)$.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan nanoselulosa sekam padi dengan konsentrasi 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5% meningkatkan kekuatan fleksural dibandingkan dengan kelompok tanpa penambahan nanoselulosa sekam padi. Peningkatan kekuatan fleksural paling signifikan terjadi pada kelompok P5 yaitu penambahan nanoselulosa dengan konsentrasi 5%.

Jenis ikatan polimer pada resin akrilik atau *Poly Methyl Metacrylate* (PMMA) merupakan ikatan lurus. Ketidakstabilan ikatan pada PMMA akan mempengaruhi sifat mekaniknya. Ketidakstabilan ikatan PMMA akan membentuk radikal bebas. Senyawa –OH pada nanoselulosa akan membentuk ikatan hidrogen dengan senyawa dari PMMA yang dapat meningkatkan kestabilan rantai polimer[12]. Kestabilan rantai polimer dan sifat aktif dari nanoselulosa akan meningkatkan kekuatan fleksural basis gigitiruan resin akrilik polimerisasi panas.

Silika oksida (SiO_2) pada rantai nanoselulosa sekam padi akan mengalami kemisorpsi apabila berikatan dengan air[14]. Kemisorpsi merupakan adsorpsi atau peristiwa menempelnya molekul, ion, atom pada permukaan sehingga mencegah masuknya molekul air[14]. Silika memiliki sifat getas, penetrasi tinggi, dapat mengisi dan mengurangi porositas nanokomposit, serta menurunkan persentasi penyerapan air[11]. Silika pada nanokomposit dan resin akrilik polimerisasi panas akan filtrasi dan berikatan dengan senyawa komposit dan akrilik serta menurunkan penyerapan molekul air. Sifat silika ini dapat meningkatkan kekuatan fleksural, kekuatan tekan dan kekasaran permukaan[17].

Pada penelitian ini kelompok perlakuan yang ditambahkan nanoselulosa sekam padi 1%, 2% serta 3% dapat meningkatkan kekuatan fleksural dari basis gigitiruan resin akrilik polimerisasi panas. Penelitian terdahulu menunjukkan kekuatan fleksural basis resin akrilik *selfcured* yang ditambahkan nanoselulosa 1% dan 2,5% mengalami peningkatan[16] serta terdapat peningkatan kekuatan mekanis dari PMMA yang ditambahkan dengan nanoselulosa 1%, 2%, dan 3%[19]. Hal ini sesuai dengan penelitian ini dimana terjadi peningkatan kekuatan fleksural pada kelompok perlakuan yang ditambahkan nano selulosa sekam padi 3%, 4%, dan 5%. Penambahan nanosilika 3% dan 5% pada PMMA dapat menaikkan kekuatan fleksural[15]. Hasil uji fleksural pada kelompok perlakuan memiliki nilai yang mencapai standar kekuatan fleksural basis gigitiruan. Standar kekuatan fleksural basis gigitiruan sesuai dengan ISO 1567 adalah minimal 65MPa.

Dari gambar SEM terlihat bahwa sampel dari setiap kelompok memiliki gambaran yang homogen namun masih terdapat porositas dan aglomerasi. Manipulasi yang tidak homogen akan

menyebabkan partikel PMMA dan nanoselulosa sekam padi tidak terdistribusi dengan baik sehingga menyebabkan aglomerasi[19]. Aglomerasi juga terjadi karena sifat aktif dari interaksi ikatan hidrogen antara gugus hidroksil nanoselulosa dengan gugus karboksil matriks PMMA[14]. Ikatan hidrogen antara PMMA dan selulosa ini dapat mengisi celah matriks PMMA sehingga permukaan resin akrilik polimerisasi panas menjadi lebih halus dan rata. Hal ini sejalan dengan penelitian ini yaitu gambaran kelompok P5 memiliki permukaan yang paling halus dan rata jika dibandingkan kelompok P1, P2, P3, dan P4.

Silika oksida (SiO_2) dari nanoselulosa sekam padi akan mengisi ruang dan celah yang tersisa dari ikatan nanoselulosa dengan PMMA. Silika oksida (SiO2) miliki sifat hidrofobik[9]. Silika oksida yang telah berikatan dengan PMMA akan melindungi permukaan resin akrilik dari air. Penambahan nano silika oksida akan menurunkan absorpsi air dari resin akrilik[11]. Hal ini mengakibatkan permukaan resin akrilik tetap padat dan halus karena permukaan resin hanya sedikit menyerap molekul air.

KESIMPULAN

Penambahan nanoselulosa sekam padi dapat meningkatkan kekuatan fleksural basis gigi tiruan resin akrilik polimerisasi panas.

DAFTAR PUSTAKA

1. Khalifa, N., Allen, P. F., Abu-Bakr, N. H., Abdel-Rahman, M. E., 2012, Factor Associated with Tooth Loss and Prosthodontic Status Among Sundanese Adult, *J Oral Sci*, 54(4):303-312.
2. Annusavice, K. J., Shen, C., Rawls, R., 2012, *Philips Scienceof Dental Material ed.12th*, ElsevierScience, St. Louis, p176p179.
3. Pereira, A, L., Nascimento, D, M., Filho, M, M., *et al.*, 2014, Improvement of Polyvinyl Alcohol Properties by Adding Nanocrystalline Cellulose Isolated from Banana Pseudotems, *CarbohydPolym*,112:165-172.
4. Johar,N., Amad, I., Dufresnec, A., 2012, Extraction, Preparation and Characterization of Cellulose Fibres and Nanocrystals, *Ind Crops Prod,*37:93-99.
5. Badan Pusat Statistik, 2018, Ringkasan Eksekutif Luas Panen dan Produksi Beras di Indonesia 2018, BPS, Jakarta.
6. Ishak, Z. A. M., 2011, Editorial Corner – A Personal View Rice Husk: Turning Wastes Into Wealth, *eXPRESSPoly. Lett.*,5(7):569.
7. Abitbol, T., Rivkin, A.,Cao, Y., et al., 2016, Nanocellulose, a tiny fiber with huge applications, *Current Op in Biotech*,39:76-88.
8. Zeni, M., Favero, D., Pachero, D., MC, A, G., 2015, Preparation of Microcellulose (Mcc) and Nanocellulose (Ncc) from Eucalyptus Kraft Ssp Pulp*, iMedPub J*, 1(1):1- 5.
9. Chirayil, C. J., Joy, J., Mathew, L., Mozetic, M., Koetz, J., Thomas, S., 2014, Isolation and Characterization of Cellulose Nanofibrils from Helicteres Isora Plant, *Ind Crops Prod*, 59(1):27-34.
10. Balos, S., Puskar, T., Potran, M., Markovic, D., Pilic B., Pavlicevic, J., Kojic, V., 2016,

Modulus of Elasticity, Flexural Strength and Biocompatibility of Polymethyl Methacrylate Resin with Low Addition of Nanosilica, *RRJDS*, 4(1):26-33.

11. Hamad, Q, A., 2017, Study The Effectof Nano Ceramic Particles on Some Physical Properties of Acrylic Resin, *Eng andTech J*, 35(2):124-129.
12. Fadriyanti, O., Putri, F, I., Surya, L, S., 2018, Perbedaan Kekasaran Permukaan Resin Akrilik yang Direndam Dalam Larutan Sodium Hipoklorit dan Ekstrak Jamur Endofit *Aspergillus SP* (Akar *Rhizophora Mucronata*), *Jurnal B-Dent*, 5(2):153-161.
13. ASTM, 2017, Standard Test Methods for Flexural Propeties of Unreinforced and Reinforced Plastic and electrical Insulating Materials, *ASTM International,* D790 (3): 1-11.
14. Pandey, J, K., Takagi, H., Nakagaito, A, N., Kim, H., 2015, *Hand book of Polymer Nanocomposites, Processing, Performance and Application Volume: Polymer Nanocomposites of Cellulose Nanoparticles*, Springer, London,p21.
15. Sulastri, S., Kristianingrum, S., 2010, Berbagai Macam Senyawa Silika: Sintesis, Karakterisasi dan Pemanfaatan, *ProsSem Nas Pen,* UNY,K211-K216.
16. Salman, A, D., Jani, G, H., Fatalia, A, A., 2017, Comparative Study of The Effect of Incorporating SiO_2 Nano-Particles on Properties of PolyMethyl Methacylate Denture Bases, *Bio and Phar Jour*, 10(3):1525-1535.
17. Talari, F, S., Qujeq, D., Amiran, K., Ramezane, A., Pourkhalili, H., Alhavaz, A., 2016, Evaluation The Effect of Cellulose Nanocrystalline Particleson Flexural Strength and Surface Hardness of Autoploymerized Temporary Fixed Restoration Resin, *IJBR*, 7(5):152-160.
18. Fahma, F., Hori, N., Iwata, T., Takemura, A., 2012, The Morphology and Properties of Poly(methylmethacrylate)-Cellulose Nanocomposites Prepared by Immersion Precipitation Method, *J. Appl. Polym. Sci*,4:1-6.
19. Mishra, R, K., Sabu, A., Tiwari, S, k., 2014, Materials Chemistry and The Futurist Eco-friendly applications of nanocellulose: Status and Prospect, Journal of Saudi Chemical Society, 22(8):949-978.
20. Zhang, X, Y., Zhang, X, J., Huang, Z, L., Zhu, B,S., Chen, R, R., 2014, Hybrid Effects of Zirconia Nanoparticles with Aluminum Borate Whiskers On Mechanical Propertiesof Denture Base Resin PMMA. *Dent Mater J,* 33(1):141-146.