

Perbedaan kekasaran permukaan basis nilon termoplastik menggunakan bahan pumis, cangkang telur, dan pasta gigi sebagai bahan poles

Wilda Ludika Simanjuntak^{1*}, Syafrinani¹

Departemen Prostodonsia, Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Sumatera Utara, Indonesia

*Korespondensi: wilda_ludika@yahoo.com

Submisi: 19 September 2018; Penerimaan: 24 Desember 2019; Publikasi online: 31 Desember 2019

DOI: [10.24198/jkg.v31i3.18736](https://doi.org/10.24198/jkg.v31i3.18736)

ABSTRAK

Pendahuluan: Penyelesaian akhir dan pemolesan basis nilon termoplastik merupakan tahapan yang penting dalam mencapai permukaan yang halus sehingga estetika dan kebersihan mulut serta kenyamanan pasien dalam menggunakan gigi tiruan dapat tercapai. Pemolesan mekanis umumnya dilakukan dengan menggunakan bahan abrasif, seperti pumis. Alternatif bahan abrasif lain yang dapat digunakan adalah cangkang telur dan pasta gigi. Cangkang telur memiliki kandungan *calcite* pada *calcium carbonate* sebanyak 94-97% sehingga memiliki sifat abrasif. Cangkang telur merupakan limbah dari masyarakat yang sangat bermanfaat yang dapat digunakan sebagai bahan poles. Selain itu alternatif, lain seperti pasta gigi memiliki sifat abrasif karena mengandung silika. Penelitian ini adalah untuk menganalisis perbedaan nilai kekasaran permukaan basis nilon termoplastik setelah dipoles dengan bahan poles pumis, cangkang telur, dan pasta gigi. **Metode:** Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratoris terhadap 3 kelompok perlakuan: kelompok pumis, cangkang telur, dan pasta gigi. Pemolesan dilakukan dengan 30 gram bahan poles untuk setiap sampel. Pengukuran nilai kekasaran permukaan basis nilon termoplastik menggunakan profilometer kontak. Data dianalisis menggunakan uji *one-way ANOVA* ($p < 0,05$) dilanjutkan dengan uji LSD. **Hasil:** Berdasarkan uji LSD terdapat perbedaan nilai kekasaran permukaan antara kelompok pumis dengan cangkang telur ($p = 0,0001$), kelompok cangkang telur dengan pasta gigi ($p = 0,001$), tetapi tidak terdapat perbedaan antara kelompok pumis dengan pasta gigi ($p = 0,279$). **Simpulan:** Nilai kekasaran permukaan nilon termoplastik yang dipoles menggunakan bubuk cangkang telur lebih kecil dibandingkan pumis dan pasta gigi.

Kata kunci: Cangkang telur, kekasaran permukaan, nilon termoplastik, pasta gigi, pumis

The difference in surface roughness of thermoplastic nylon bases with pumice, eggshell, and toothpaste as a polishing material

ABSTRACT

Introduction: The finishing and polishing of a thermoplastic nylon base is an important step in achieving a smooth surface to ensure the aesthetical aspect and oral hygiene; also meets the patient's comfort in using dentures. Mechanical polishing is generally performed using abrasive materials, such as pumice. Another alternative abrasive that can be used are eggshells and toothpaste. Eggshells have as much as 94-97% calcite content of calcium carbonate, thus showing abrasive properties. The eggshell is a beneficial community waste that can be used as polishing material. Other materials like toothpaste have abrasive properties due to the silica component. This study was aimed to analyze the value and differences in the surface roughness value of thermoplastic nylon bases after being polished with three different polishing materials, which were pumice, eggshells, and toothpaste. **Methods:** This study was an experimental laboratory conducted on 3 treatment groups: the pumice, eggshell, and toothpaste groups. The polishing was carried out with 30 grams of polishing material for each sample-thermoplastic nylon surface roughness measurement was performed using a contact profilometer. Data were analysed using one-way ANOVA test ($p < 0.05$) followed by LSD test. **Results:** The LSD test results showed that there were differences in the surface roughness values between the pumice and eggshell group ($p = 0.0001$), the eggshell with toothpaste group ($p = 0.001$), but there was no difference between the pumice and toothpaste group ($p = 0.279$). **Conclusion:** The surface roughness value of thermoplastic nylon polished using eggshell powder is smaller than pumice and toothpaste.

Keywords: Eggshell, surface roughness, thermoplastic nylon, toothpaste, pumice

PENDAHULUAN

Basis gigi tiruan merupakan bagian terpenting dari gigi tiruan karena berperan sebagai pendukung jaringan disekitar gigi. Bahan dasar gigi tiruan telah dikembangkan dengan memenuhi sifat fisik dan mekanis. Beberapa persyaratan yang harus dipenuhi adalah stabilitas dimensi, stabilitas warna, porositas rendah dan tidak beracun.^{1,2}

Penggunaan bahan nilon termoplastik untuk pembuatan material kedokteran gigi dilihat sebagai kemajuan karena terjadinya peningkatan minat pada bahan nilon termoplastik yang terus meningkat. Nilon merupakan nama generik salah satu jenis polimer termoplastik dan tergolong dalam kelas poliamida, pertama kali diperkenalkan di London pada tahun 1950-an untuk pembuatan basis gigi tiruan.³⁻⁵

Salah satu sifat terpenting dari gigi tiruan yang baik sebelum digunakan di mulut pasien adalah memiliki permukaan yang halus agar mencapai estetika, kebersihan mulut yang baik, serta kenyamanan pasien dalam menggunakan gigi tiruan.⁶ Quirynen et al⁷ menyatakan bahwa kekasaran permukaan yang dapat diterima secara klinis dalam bidang kedokteran gigi sekitar 0,2 μm . Berdasarkan penelitian Abuzar et al⁸ yang mengevaluasi kekasaran permukaan dari bahan dasar poliamida (*Flexiplast*) sebelum dipoles sebesar $1,111 \pm 0,178 \mu\text{m}$, sedangkan yang sudah dipoles sebesar $0,146 \pm 0,018 \mu\text{m}$. Marchan et al⁹ mendapatkan nilai kekasaran permukaan poliamida (*Valplast*) sebelum dipoles sebesar $1,30 \pm 0,54 \mu\text{m}$ dan sesudah dipoles menggunakan pumis sebesar $0,79 \pm 0,30 \mu\text{m}$.

Al-Rifaiy¹⁰ menyatakan bahwa terdapat korelasi langsung antara tingkat kekasaran permukaan dan retensi plak, kolonisasi *Candida albicans*, serta kaitannya dengan *denture stomatitis*. Penyelesaian akhir dan pemolesan gigi tiruan merupakan tahapan yang penting untuk keberhasilan pembuatan gigi tiruan secara klinis. Pemolesan dilakukan menggunakan bahan abrasif. Bahan abrasif yang paling sering digunakan adalah pumis. Bahan alternatif yang bersifat abrasif yang dapat digunakan sebagai bahan poles adalah cangkang telur dan pasta gigi.

Cangkang telur adalah salah satu sumber CaCO_3 (*calcium carbonate*) sebesar 94-97%. Cangkang telur ayam negeri memiliki kadar

kalsium terbanyak sebesar 70,84%, telur puyuh sebesar 55,46% dan telur bebek sebesar 53,60%. Cangkang telur belum dimanfaatkan oleh masyarakat sehingga dibuang percuma dan dapat mencemari lingkungan. Menurut data Badan Pusat Statistik tahun 2009, produksi telur pada tahun 2008 sebesar 860,000 ton per tahun, sebesar 10% dari telur tersebut merupakan cangkang telur, sehingga dalam setahun seluruh Indonesia dihasilkan 86.000 ton cangkang telur.¹¹ Onwubu et al¹² menyatakan bahwa *calcite* pada *calcium carbonate* yang berasal dari cangkang telur memiliki sifat abrasif dan dapat memoles permukaan basis gigi tiruan.

Selain itu, bahan alternatif yang dapat digunakan sebagai bahan poles adalah pasta gigi. Pasta gigi memiliki kandungan bahan yang bersifat abrasif seperti *calcium carbonate*, sodium bikarbonat dan silika. Efek abrasif yang didapat tergantung seberapa banyak kandungan bahan tersebut. Pada umumnya pasta gigi memiliki kandungan bahan abrasif sekitar 20-55% dari total beratnya. Pisani et al¹³ telah membuktikan bahwa pasta gigi yang mengandung silika yang dapat digunakan sebagai bahan poles pada basis gigi tiruan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis perbedaan nilai kekasaran permukaan basis nilon termoplastik setelah dipoles dengan bahan poles pumis, cangkang telur, dan pasta gigi.

METODE

Jenis penelitian adalah eksperimental laboratoris. Sampel pada penelitian menggunakan nilon termoplastik (*Bioplast*[®]). Besar sampel 10 untuk setiap kelompok pumis (Product Dentaire[®] SA, Switzerland), cangkang telur, dan pasta gigi (Pepsodent[®] Pencegah Gigi Berlubang, PT Unilever Indonesia Tbk, Indonesia). Menggunakan model induk yang terbuat dari *stainless steel* berdiameter $50 \pm 1 \text{ mm}$ dengan ketebalan $2 \pm 0,5 \text{ mm}$ berdasarkan spesifikasi ADA No.12.¹⁴

Proses pembuatan bubuk cangkang telur dilakukan dengan pengumpulan cangkang telur dari berbagai tempat penjualan makanan. Pencucian dengan air mengalir dan disinfeksi dilakukan dengan cara perendaman dan disimpan selama 6 jam dalam larutan sodium hipoklorit 2,5%. Pengeringan dan pembakaran membran telur dengan cara pemanasan selama 6 menit dalam *furnace* (Nabertherm[®], USA) dengan suhu 250°C ,

kemudian dihancurkan menggunakan blender (Philips® HR-2116, China). Selain itu, dilakukan penambahan bubuk sodium lauryl surfaktan 15 gr ke dalam cangkang telur 300 gr agar memudahkan bubuk cangkang telur bercampur dengan air saat pemolesan, kedua bahan diaduk dengan blender hingga homogen, kemudian dihaluskan menggunakan ball-mill (Retsch® PM 200 Series, Jerman) selama 1 jam, kecepatan putaran diatur menjadi 400 rpm. Agar menghasilkan ukuran partikel <38 µm diayak menggunakan *mesh* 100, dilanjutkan dengan *mesh* 400 (ASTM® E11-04 2004).

Sampel dirapikan menggunakan *bur fraser* hingga hilang bagian yang tajam, dan diletakkan pada *rotary grinder* (Metaserb®, Inggris) yang dilapisi kertas pasir *waterproof* ukuran 400, 800, 1200 dan dialiri dengan air selama 5 menit dengan kecepatan putaran 500 rpm. Untuk mencegah terlepasnya sampel maka diberi tekanan yang sama dan stabil dengan pemegang yang terbuat dari resin swapolimerisasi. Sampel kemudian dipoles menggunakan *polishing motor* (M2V Manfredi®, Italy), *rag wheel* dengan bahan pumis, cangkang telur, dan pasta gigi dengan perbandingan 30 gram bahan dan 5 ml air selama 2 menit.

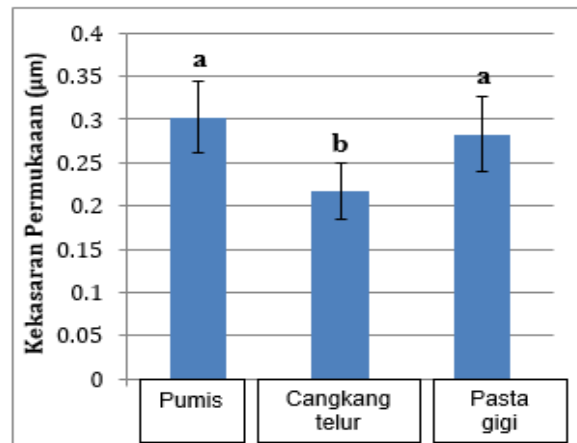
Sebelum diuji sampel direndam selama 48 jam, dalam larutan *aquadest* dengan suhu $37 \pm 10^\circ\text{C}$. Sampel diuji menggunakan profilometer kontak (Mitutoyo®, SJ-210 Series). Setiap sampel dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali berlawanan dengan arah pemolesan.

HASIL

Tabel 1 menunjukkan nilai rata-rata kekasaran permukaan nilon termoplastik pada kelompok pumis $0,302 \pm 0,042$ µm, kelompok cangkang telur $0,217 \pm 0,032$ µm, dan kelompok pasta gigi $0,283 \pm 0,043$ µm. Antara masing-masing kelompok terdapat perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$) dengan nilai $p = 0,0001$ (Tabel 1).

Tabel 1. Nilai kekasaran permukaan antara basis nilon termoplastik yang dipoles menggunakan bahan pumis, cangkang telur, dan pasta gigi

Kelompok	Kekasaran permukaan (µm)		P-value
	N	Mean ± SD	
Pumis	10	$0,302 \pm 0,042$	0,0001
Cangkang telur	10	$0,217 \pm 0,032$	
Pasta gigi	10	$0,283 \pm 0,043$	



Keterangan: Kelompok sampel yang memiliki perbedaan signifikan ditandai dengan alfabet yang berbeda

Gambar 1. Hasil uji perbedaan nilai kekasaran permukaan basis nilon termoplastik menggunakan bahan pumis, cangkang telur, dan pasta gigi sebagai bahan poles

Gambar 1 menunjukkan hasil uji perbedaan nilai kekasaran permukaan basis nilon termoplastik menggunakan bahan pumis, cangkang telur, dan pasta gigi sebagai bahan poles.

PEMBAHASAN

Salah satu sifat terpenting dari gigi tiruan yang baik sebelum digunakan di mulut pasien adalah memiliki permukaan yang halus agar terpenuhi aspek estetika dan kebersihan mulut yang baik, serta kenyamanan pasien dalam menggunakan gigi tiruan. Kekasaran permukaan adalah ukuran ketidakrataan dari permukaan yang telah penyelesaian akhir dan dipoles, dan diukur dengan satuan mikrometer (µm).⁸

Kekasaran permukaan bahan kedokteran gigi yang ideal menurut Quirynen et al⁷ adalah mendekati 0,2 µm atau kurang. Tabel 1 memperlihatkan bahwa rata-rata nilai kekasaran permukaan nilon di atas 0,2 µm untuk kelompok pumis dan pasta gigi, sedangkan pemolesan dengan cangkang telur masih dapat ditolerir karena mendekati nilai ideal yaitu $0,217 \pm 0,032$.^{1,16} Hal ini mungkin disebabkan sifat dari bahan nilon yang sulit dipoles yang merupakan salah satu kekurangan nilon sebagai bahan basis gigi tiruan.

Sifat bahan dasar dari basis nilon termoplastik adalah memiliki titik leleh yang rendah sehingga berpotensi terjadi panas yang lebih akibat gaya gesek pada saat dilakukannya pemolesan, sehingga terpaparnya serat nilon.^{9,16} Selain itu, nilon merupakan polimer *crystalline*, kemungkinan

sifat dasar bahan ini yang menyebabkan nilon lebih sulit dipoles. Polimer *crystalline* memiliki ikatan molekul yang lebih rapat dan kuat sedangkan proses pemolesan merupakan proses pengangkatan sebagian bahan dari permukaan yang kasar sehingga partikel *crystalline* lebih sulit terlepas dari ikatannya.^{8,15}

Nilai kekasaran permukaan yang didapatkan dari setiap pengukuran masing-masing sampel menunjukkan nilai yang berbeda. Hal ini mungkin disebabkan adanya garis-garis halus yang merupakan arah *grinding* dari teknik pemrosesan akhir dengan menggunakan *rotary grinder*, dan penekanan sampel saat dilakukan penghalusan dan pemolesan pada alat *rotary grinder* dan *polishing motor*. Walaupun menggunakan pemegang sampel yang dibuat menggunakan resin akrilik swapolimerisasi, setiap sampel mendapatkan tekanan yang berbeda selama pemolesan, oleh itu dilakukan secara manual menggunakan tangan operator. Adanya perbedaan tekanan ini akan mengakibatkan perbedaan tinggi puncak dan lembah dari alur yang terbentuk pada garis pemolesan. Hal ini akan mengakibatkan setiap sampel dalam satu kelompok yang sama memiliki nilai kekasaran permukaan yang berbeda walaupun dilakukan dengan teknik, bahan pemoles, dan waktu yang sama.

Pengukuran kekasaran permukaan menggunakan profilometer dilakukan berlawanan dengan arah garis pemolesan, dilakukan sebanyak tiga kali agar mendapatkan nilai kekasaran permukaan yang valid. Hasil yang didapatkan dari pengukuran pertama, kedua, dan ketiga pada setiap sampel yang sama dapat menunjukkan nilai yang berbeda. Hal ini dapat disebabkan oleh adanya perbedaan garis yang dilewati *stylus* pada setiap pengukuran.

Hasil uji *one-way ANOVA* terdapat perbedaan signifikan pada kelompok pumis, cangkang telur dan pasta pumis karena diperoleh signifikansi $p=0,0001$ ($p<0,05$). Terdapat perbedaan nilai kekasaran permukaan basis nilon termoplastik menggunakan pumis, cangkang telur, dan pasta gigi sebagai bahan poles karena perbedaan ukuran partikel dan kandungan bahan abrasif dari setiap bahan yang berbeda.¹² Ahmad¹⁷ dan Hanna et al¹⁸ menyatakan dalam dua penelitian berbeda, bahwa sifat fisik dari bahan abrasif seperti ukuran partikel dan kekerasan berbanding lurus dengan

kualitas kekasaran permukaan. Anusavice dan Antonson¹⁹ menyatakan jika bahan terlalu keras dan ukuran partikel sangat besar maka akan meningkatkan kekasaran permukaan dikarenakan menghasilkan alur yang dalam pada permukaan basis. Kelompok pumis memiliki nilai kekasaran permukaan diatas nilai kekasaran ideal yang diterima dibidang kedokteran gigi. Kelompok pumis yang diberi perlakuan pemolesan dengan pumis memiliki nilai rerata kekasaran permukaan $0,302\pm0,042$ μm . Sedangkan hasil penelitian Abuzar et al⁸ menunjukkan kekasaran permukaan polyamide (*Flexiplast*) setelah dipoles $0,146\pm0,018$ μm . Marchan et al⁹ mendapatkan nilai kekasaran permukaan poliamida (*Valplast*[®]) sesudah dipoles menggunakan pumis sebesar $0,79\pm0,30$ μm .

Penelitian-penelitian sebelumnya mengenai uji bahan resin menunjukkan bahwa nilai kekasaran permukaan pada nilon termoplastik yang berbeda-beda. Perbedaan ini mungkin disebabkan perbedaan merek nilon yang digunakan dalam penelitian, kecepatan *polishing*, merek dari pumis yang digunakan. Hanna et al¹⁸ melaporkan bahwa dari hasil penelitian mereka terhadap nilai kekasaran permukaan pada resin akrilik menggunakan bahan pumis Jerman ($0,0088\pm0,0024$ μm) dan pumis China ($0,0135\pm0,0073$ μm). Mereka berpendapat bahwa setiap perusahaan yang berbeda menghasilkan kandungan mineral silika pumis bervariasi sehingga dapat mempengaruhi sifat abrasif bahan.¹⁸ Turhan dan Gunduz²⁰ menemukan bahwa kandungan mineral silika pada pumis berkisar 60-67%, tergantung juga pada ukuran partikelnya.

Kelompok cangkang telur, yaitu kelompok yang diberi perlakuan pemolesan dengan bubuk cangkang telur, memiliki nilai rerata kekasaran permukaan $0,217\pm0,032$ μm . Pemrosesan penggilingan pada penelitian ini dengan menggunakan *ball-mill* dilakukan selama 60 menit. Wu et al²¹ menyatakan bahwa penggilingan cangkang telur dengan menggunakan *ball-mill* selama 60 menit dapat menghasilkan rerata ukuran partikel 2,21 μm . Berdasarkan penelitian tersebut dapat diketahui bahwa semakin lama waktu penggilingan dengan *ball-mill* dapat menghasilkan ukuran partikel yang semakin kecil. Ukuran partikel bahan pemoles yang kecil memiliki kelebihan dapat menghasilkan nilai kekasaran permukaan yang rendah.¹ Selain dari ukuran partikel bahan

keabrasifan bahan cangkang telur dipengaruhi oleh kandungan *calcite* pada kalsium karbonat berkisar 98,2%, *calcite* berperan sebagai bahan abrasif.

Kelompok pasta gigi berdasarkan penelitian ini memiliki nilai kekasaran permukaan rerata $0,283 \pm 0,043 \mu\text{m}$. Alasan pasta gigi dapat mengurangi nilai kekasaran permukaan sesuai dengan penelitian Tarbet et al²² menyatakan bahwa pasta gigi yang memiliki tingkat abrasif rendah dapat memoles permukaan gigi tiruan. Menurut Pisani et al¹³, pasta gigi mengandung silika yang bersifat abrasif, yang menyebabkan terjadinya efek poles pada permukaan basis gigi tiruan.¹³

Ukuran partikel pasta gigi lebih kecil dibandingkan bahan poles kelompok pumis dan kelompok cangkang telur. Jumlah bahan abrasif yang terdapat pada pasta gigi berkisar 20-55%, lebih sedikit dibandingkan kelompok pumis dan kelompok pasta gigi, hal ini menjadikan kemampuan abrasif pasta gigi rendah sehingga efektifitas saat pemolesan berkurang. Selain dari ukuran partikel dan kandungan bahan abrasif, faktor lain yang dapat mempengaruhi kekasaran permukaan adalah tekanan pada saat pemolesan kurang dapat dikendalikan dan kekerasan permukaan bahan basis gigi tiruan.^{9,12,18,21}

Hasil uji LSD, dapat terlihat perbedaan bermakna pada kelompok pumis dengan kelompok cangkang telur dengan nilai $p=0,0001$ ($p<0,05$), kelompok cangkang telur dengan kelompok pasta gigi dengan nilai $p=0,001$ ($p<0,05$), tetapi tidak terdapat perbedaan bermakna kelompok pumis dengan kelompok pasta gigi dengan nilai $p=0,279$ ($p>0,05$) (Gambar 1). Hal tersebut menunjukkan bahwa kelompok cangkang telur memiliki nilai kekasaran permukaan yang lebih kecil dibandingkan kelompok pasta gigi, sedangkan kelompok pasta gigi memiliki nilai kekasaran permukaan yang sama baiknya dengan kelompok pumis.

SIMPULAN

Nilai kekasaran permukaan nilon termoplastik yang dipoles menggunakan bubuk cangkang telur lebih kecil dibandingkan pumis dan pasta gigi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anusavice KJ, Shen C, Rawls HR. Phillip's science of dental materials. 12th ed. St. Louis:

Saunders-Elsevier; 2013. h.231-22.

2. Utami M, Febrida R, Djustiana N. The comparison of surface hardness between thermoplastic nylon resin and heat-cured acrylic resin. Padjadjaran J Dent 2009;21(3):200-3. DOI: [10.24198/pjd.vol21no3.14117](https://doi.org/10.24198/pjd.vol21no3.14117)
3. Vojdani M, Giti R. Polyamide as a denture base material: A literature review. J Dent (Shiraz). 2015;16(1 Suppl):1-9.
4. Kohli S, Bhatia S. Polyamides in dentistry. Int J of Sci Stud. 2013;1(1):20-5.
5. Vikhe DM, Saraf V, Gangadhar SA, Bhandari A, Vickhe G, Tambe SD. Flexible denture - A flexible substitute for rigid denture. Pravara Med Rev. 2016;8(1):30-2.
6. Mekawaty MA, Hussein LA, Alsharawy MA. Comparative study of surface roughness between polyamide, thermoplastic polymethyl methacrylate and acetal resins flexible denture base materials before and after polishing. Life Sci J. 2015;12(10):90-5.
7. Quirynen M, Bollen CML, Papaioannou W, van Eldere J, van Steenberghe D. The influence of titanium abutment surface roughness on plaque accumulation and gingivitis: short-term observations. Int J Oral Maxillofac Implants. 1996;11(2):169-78.
8. Abuzar MA, Bellur S, Duong N, Kim BB, Lu P, Palfreyman N, et al. Evaluating surface roughness of a polyamide denture base material in comparison with poly (methyl methacrylate). J Oral Sci 2010;52(4):577-81. DOI: [10.2334/josnusd.52.577](https://doi.org/10.2334/josnusd.52.577)
9. Marchan SM, Bishop AK, Smith WAJ, Seerattan P, Hinds D. A comparative assessment of the surface roughness of thermoplastic denture base resins following adjustment and re-polishing. Open J Stomatol. 2017;7:250-63. DOI: [10.4236/ojst.2017.74019](https://doi.org/10.4236/ojst.2017.74019)
10. Al-Rifa'i MQ. The effect of mechanical and chemical polishing techniques on the surface roughness of denture base acrylic resins. Saudi Dent J. 2010;22(1):13-7. DOI: [10.1016/j.sdentj.2009.12.006](https://doi.org/10.1016/j.sdentj.2009.12.006)
11. Mahreni, Sulistyowati E, Sampe S, Chandra W. Pembuatan hidroksi apatit dari kulit telur. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan" 2012; 2012 Mar 6; Yogyakarta, Indonesia. Yogyakarta: Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta;

2012. C07-1-C07-5.
12. Onwubu SC, Vahed A, Singh S, Kanny KM. Reducing the surface roughness of dental acrylic resins by using an eggshell abrasive material. *J Prosthet Dent.* 2017;117(2):310-4. DOI: [10.1016/j.prosdent.2016.06.024](https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2016.06.024)
 13. Pisani MX, Bruhn JP, Paranhos HF, Silva-Lovato CH, de Souza RF, Panzeri H. Evaluation of the abrasiveness of dentifrices for complete dentures. *J Prosthodont.* 2010;19(5):369-73. DOI: [10.1111/j.1532-849X.2010.00592.x](https://doi.org/10.1111/j.1532-849X.2010.00592.x)
 14. Dekan SG, Jassim RK. The Impact of Adding Silanated Pearl Powder on Some Properties of Heat Cured Acrylic Denture Base Material. *Ind J Public Health Res Dev.* 2019;10(10):2492-8. DOI: [10.5958/0976-5506.2019.03237.6](https://doi.org/10.5958/0976-5506.2019.03237.6)
 15. Trisna. Perbedaan kekasaran permukaan bahan basis gigi tiruan nilon dan resin akrilik polimerisasi panas [Skripsi]. Medan: Universitas Sumatera Utara; 2010.
 16. El-Din MS, Badr AI, Agamy EMT, Mohamed GF. Comparison between heat cured polymethylmethacrylate, thermoplastic polyamide and thermoplastic acetal in regarding to their surface roughness: in vitro study. *Oral Health Dent Manag.* 2017;16(2 Suppl):72.
 17. Ahmad AS. Evaluation and compare between the surface roughness of acrylic resin polished by pumice, white sand and black sand. *J Kerbala Univ.* 2011;9(1):49-54.
 18. Hanna BA, Abd Al-Majeed AE, Abdul Razaak W. Effect of different dental materials on the surface roughness of acrylic resin (A comparative in vitro study). *Marietta Daily J.* 2008;5(3): 281-5.
 19. Anusavice KJ, Antonson SA. Finishing and polishing materials. In: Anusavice KJ, Shen C, Rawls HR. eds. *Phillips' Science of Dental Materials.* 12th ed. St. Louis: Saunders-Elsevier; 2013. h. 236.
 20. Turhan S, Gunduz L. Determination of specific activity of ²²⁶Ra, ²³²Th, and ⁴⁰K for assessment of radiation hazards from Turkish pumice samples. *J Environ Radioactiv.* 2008;99(2):332-42. DOI: [10.1016/j.jenvrad.2007.08.022](https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2007.08.022)
 21. Wu SC, Hsu HC, Hsu SK, Chang YC, Ho WF. Synthesis of hydroxyapatite from eggshell powders through ball milling and heat treatment. *J Asian Ceram Soc.* 2016;4(1):85-90. DOI: [10.1016/j.jascer.2015.12.002](https://doi.org/10.1016/j.jascer.2015.12.002)
 22. Tarbet WJ, Axelrod S, Minkoff S, Fratarcangelo PA. Denture cleansing: A comparison of two methods. *J Prosthet Dent.* 1984;51(3):322-5. DOI: [10.1016/0022-3913\(84\)90213-0](https://doi.org/10.1016/0022-3913(84)90213-0)