

Pengaruh penambahan kitosan nano gel pada bahan basis gigi tiruan resin akrilik polimerisasi panas terhadap kekerasan: studi eksperimental laboratoris

Safutri Wulandari^{1*}
Muhammad Zulkarnain¹

¹Departemen Prostodonsia, Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Sumatera Utara, Indonesia

*Korespondensi
Email | safutriwulandari@gmail.com

Submisi | 24 Agustus 2023
Revisi | 4 Desember 2023
Penerimaan | 27 Desember 2023
Publikasi Online | 30 Desember 2023
DOI: [10.24198/jkg.v35i2.50414](https://doi.org/10.24198/jkg.v35i2.50414)

p-ISSN 0854-6002
e-ISSN 2549-6514

Sitasi | Wulandari S, Zulkarnain M. Pengaruh penambahan kitosan nano gel pada bahan basis gigi tiruan resin akrilik polimerisasi panas terhadap kekerasan: eksperimental laboratoris. J Ked Gi. 2023;35(3):269-274. DOI: [10.24198/jkg.v35i2.50414](https://doi.org/10.24198/jkg.v35i2.50414)



Copyright: © 2023 oleh penulis, diserahkan ke Jurnal Kedokteran Gigi Universitas Padjadjaran untuk open akses publikasi di bawah syarat dan ketentuan dari Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

ABSTRAK

Pendahuluan: Resin akrilik polimerisasi panas (RAPP) merupakan bahan yang banyak digunakan sebagai bahan basis gigi tiruan. Meskipun RAPP memiliki keunggulan, RAPP juga memiliki kekurangan yaitu sifat mekanis yang rendah yang terdiri dari kekuatan impak, transversal, kekerasan, dan mudah abrasi saat dibersihkan. Kekerasan berguna untuk memberikan indikasi ketahanan gores, dan ketahanan abrasi. Salah satu cara untuk meningkatkan kekerasan basis gigi tiruan resin akrilik polimerisasi panas dengan menambahkan bahan penguat seperti kitosan nano gel. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan kitosan nano gel pada bahan basis gigi tiruan RAPP terhadap kekerasan. **Metode:** Rancangan penelitian adalah eksperimental laboratoris *post-test only control group design* dengan total sampel 30 buah berukuran (60x10x3) mm. Kelompok dengan penambahan kitosan nano gel 0,5% (A), serta 1% (B) sebagai kelompok perlakuan, sedangkan yang tanpa penambahan nano gel sebagai kelompok kontrol (C). Kekerasan sampel kemudian diuji menggunakan *Microhardness Vickers Tester*. Data dianalisis menggunakan uji One-Way ANOVA dan LSD. **Hasil:** Nilai rerata kekerasan kelompok C, A dan B berturut-turut adalah 14,9 VHN, 15,2 VHN, dan 16,5 VHN. Penambahan kitosan nano gel pada RAPP dapat meningkatkan kekerasan secara signifikan ($p=0,030$) ($p<0,05$). **Simpulan:** Penambahan kitosan nano gel 1% dapat meningkatkan kekerasan pada bahan basis gigi tiruan RAPP

Kata kunci

kitosan nano gel, kekerasan, resin akrilik polimerisasi panas

Effect of chitosan nano gel addition on the hardness of heat polymerization acrylic denture base resin: a laboratory experimental study

ABSTRACT

Introduction: Heat polymerized acrylic resin (HPAR) is a material that has advantages, However it also has disadvantages, such as low mechanical properties including impact strength, transversion, hardness, and easy to get abrasion when cleaned. Hardness is used to give an indication of the scratch, and abrasion resistance of a material. An effort in increasing the hardness of heat polymerized acrylic denture base by adding a reinforcing material such as chitosan nano gel. The aim of this study was to analyze the effect of chitosan nano gel addition on the hardness of heat polymerized acrylic denture base resin. **Method:** The design of this study was an experimental laboratory post test only control group design with totally 30 samples (60 x 10 x 3) mm in size. The group with the addition of chitosan nano gel 0.5% (A) and 1% (B) was the treatment group, while the group with no addition was the control. The hardness of the samples then tested using a Microhardness Vickers Tester. The data were analyzed using one-way ANOVA and LSD tests. **Result:** The hardness average values of the group C, A and B were 14,9 VHN, 15,2 VHN, and 16,5 VHN respectively. The addition of chitosan nano gel to HPAR could significantly increase the hardness ($p=0,030$) ($p<0,05$). **Conclusion:** The addition of 1% nano gel kitosan can increase the hardness of heat polymerization acrylic denture base resin.

Keywords

chitosan nano gel, hardness, heat-polymerized acrylic denture base resin

PENDAHULUAN

Kehilangan gigi geligi dapat memengaruhi keadaan fisik dan psikologis, seperti kurangnya percaya diri dan keterbatasan aktivitas sosial.¹ Keadaan ini dapat diatasi dengan penggunaan restorasi berupa gigi tiruan. Gigi tiruan terdiri dari anasir gigi tiruan dan basis gigi tiruan.² Fungsi basis gigi tiruan adalah untuk mengembalikan fungsi, memberikan kesan estetik, dan merangsang jaringan di bawah basis gigi tiruan. Terdapat dua kelompok bahan yang digunakan untuk membuat basis gigi tiruan yaitu logam dan non-logam. Bahan logam yang dapat digunakan sebagai bahan basis gigi tiruan, terdiri dari aloy emas, kobalt kromium, aluminium dan *stainless steel*.³⁻⁵

Basis gigi tiruan non-logam dapat diklasifikasikan menjadi dua, yaitu bahan termoset dan termoplastik. Bahan termoset seperti fenol-formaldehid, vulkanit dan resin akrilik (polimetil metakrilat). Sedangkan Bahan termoplastik seperti seluloid, selulosa nitrat, resin vinil, nilon polikarbonat, polietilen dan *polystyrene*.^{3,4} Bahan basis gigi tiruan yang paling banyak digunakan adalah resin akrilik. Bahan basis gigi tiruan yang ideal harus memiliki sifat fisik yang memadai. Beberapa dari sifat tersebut adalah biokompatibilitas, estetika yang baik, radiopak, dan mudah di reparasi. Basis gigi tiruan harus mampu menahan beban kunyah yang maksimum.⁵

Resin akrilik terdiri dari beberapa jenis, salah satu diantaranya adalah resin akrilik polimerisasi panas (RAPP). Keunggulan dari RAPP yaitu warnanya selaras dengan jaringan sekitarnya sehingga memenuhi kriteria estetika, penyerapan air yang rendah, perubahan dimensi yang kecil, relatif lebih ringan, teknik pembuatan dan pemolesan sederhana dan harganya relatif murah. Kekurangan RAPP juga memiliki kekurangan yaitu sifat mekanis yang rendah yang terdiri dari kekuatan impak, transversal, kekerasan, porositas, dan mudah abrasi saat dibersihkan.^{5,6}

Bahan basis gigi tiruan RAPP memiliki kekerasan yang belum memadai sehingga mudah terjadi abrasi pada saat dibersihkan atau dipakai, dan penghantar termal yang buruk.⁷ Kekerasan dapat memberikan indikasi ketahanan gores, dan ketahanan abrasi suatu material. Kekerasan juga merupakan indikator penting untuk memprediksi keausan bahan. Kekurangan lain RAPP adalah termis yang menyerap air yang juga berakibat pada perubahan warna, sifat mekanis yang rendah, kurang estetik, dan pemakaian yang tidak tahan lama.^{3,9} Nilai kekerasan standar untuk RAPP adalah 15-18 VHN,⁷ sedangkan menurut McCabe dan Wallis,⁸ nilai kekerasan resin akrilik polimerisasi panas sebesar 20 VHN, namun kekerasan material untuk basis gigi tiruan masih dapat diterima selama nilainya tidak dibawah syarat minimum yaitu 10 VHN.

Meningkatkan kekerasan dapat dilakukan dalam beberapa cara, salah satunya dengan menambahkan bahan penguat. Salah satu bahan penguat yang berasal dari alami dan diproses secara kimia yaitu kitosan. Kitosan adalah polisakarida alami, yang diperoleh dari deasetilasi kitin limbah cangkang udang, kepiting, dan tiram. Kitin ini dapat ditransformasikan menjadi kitosan yang memiliki banyak manfaat. Proses kitin menjadi kitosan melalui proses demineralisasi, deproteinasi, dan deasetilasi. Kitosan tidak berbau, berwarna putih dan terdiri dari glukosamin dan unit N-asetil glukosamin yang dihubungkan oleh β -(1-4) glikosida.¹⁰

Kitosan merupakan biomaterial alami yang terus dikembangkan belakangan ini karena telah terbukti bermanfaat secara medis dan aman untuk penggunaan manusia. Kitosan memiliki beberapa sifat bermanfaat seperti biokompatibilitas yang baik, *biodegradable*, mukoadhesif, tidak beracun, *non-allergenic*, dan non-karsinogenik sehingga sering digunakan dalam bidang medis, dan pada beberapa penelitian dijelaskan bahwa kitosan mempunyai sifat anti bakteri.^{11,12} Modifikasi kitosan menjadi ukuran yang lebih kecil dengan tujuan penggunaan yang lebih luas. Nanopartikel merupakan partikel koloid padat dengan diameter 10-1000 nm yang mengandung makromolekul material. Penggunaan kitosan dalam skala nanometer dapat meningkatkan luas permukaan yang akan meningkatkan efektifitas dalam pengikatan dengan kelompok kimia lainnya.^{12,13} Adiana *et al.*,¹⁴ menjelaskan bahwa penambahan kitosan pada PMMA dapat meningkatkan kekerasan dan modulus elastisitas.

Ismiyati⁸ dalam penelitiannya tentang pengaruh campuran kitosan dengan bahan basis gigi tiruan resin akrilik terhadap kekerasannya menggunakan konsentrasi 0,5 dan 1% dengan dua bahan asam berbeda yaitu asam asetat dan asam akrilat pelarut aseton, asam akrilat pelarut aseton dalam penelitian digunakan sebagai coupling agent. Penelitian ini menyimpulkan bahwa rerata kekerasan tertinggi baik pada bahan asam asetat (19,72 VHN) terjadi pada konsentrasi 1% dan bahan asam akrilat pelarut aseton (15,14 VHN) terjadi pada konsentrasi 0,5%. Selain itu pada penelitian ini hasil terbaik terjadi pada bahan asam asetat (21,84 VHN) dengan konsentrasi 1%, sedangkan bahan asam akrilat pelarut aseton pada konsentrasi 0,5%.

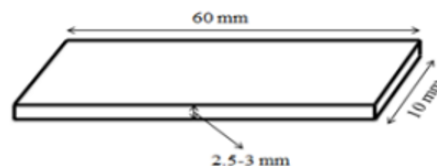
Penelitian Adiana *et al.*,¹⁴ hasilnya menunjukkan perbedaan yang signifikan dalam kekuatan transversal setelah penambahan nanogel kitosan bermolekul tinggi dengan konsentrasi yang berbeda (0,25%, 0,50%, 0,75% dan 1%). Penambahan kitosan nano gel bermolekul tinggi dengan konsentrasi 1% menghasilkan kekuatan transversal terbaik yaitu 79.003 MPa. Penelitian terbaru yang akan dilakukan adalah penambahan kitosan nano gel dengan dua konsentrasi berbeda yaitu 0,5 % dan 1% dengan tidak menggunakan *coupling agent* dan tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh penambahan kitosan nano gel pada bahan basis gigi tiruan RAPP terhadap kekerasan.

METODE

Sampel pada penelitian ini dihitung berdasarkan rumus Federer $(t - 1)(r - 1) \geq 15$. Rancangan penelitian adalah eksperimental laboratoris dengan desain penelitian *post-test only control group design*. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret 2022. Lokasi pembuatan sampel dilakukan di Unit jasa industri Dental FKG USU,

ruang penelitian departemen prostodonsia FKG USU, dan Laboratorium kimia analitik fakultas matematika dan ilmu pengetahuan alam USU. Pengujian sampel dilakukan di Laboratorium penelitian approved training body (ATB) Polmed. Sampel penelitian ini adalah basis gigi tiruan resin akrilik polimerisasi panas (*QC-20*) berukuran berdasarkan ADA *specification* no. 12 (60 x 10 x 3) mm (Gambar 1).

Sampel penelitian adalah bahan basis gigi tiruan resin akrilik polimerisasi panas tanpa penambahan kitosan nano gel sebagai kontrol (kelompok A) dan dengan penambahan kitosan nano gel 0,5% (kelompok B) dan 1% (kelompok C). Terdapat 3 perlakuan dalam penelitian ini sehingga Jumlah sampel masing-masing kelompok adalah 10 sampel. Perhitungan sampel Jumlah (*r*) tiap kelompok sampel dapat ditentukan menggunakan rumus Federer.²⁰



Gambar 1. Bentuk dan ukuran sampel

Proses pembuatan sampel terlebih dahulu dilakukan pembuatan kitosan, bubuk kitosan dimasukkan ke dalam *beaker glass* yang telah berisi *magnetic stirrer* dan ditambahkan asam asetat 1% sebanyak 100 ml, kemudian dilarutkan hingga homogen dengan kecepatan 400 rpm selama 24 jam, dan dilanjutkan dengan proses sonikasi selama 2 jam. Setelah kitosan dan asam asetat dilarutkan hingga homogen, selanjutnya ditambahkan natrium tripolipospat dengan perbandingan 5:1 (Kitosan asam asetat: NaTPP) sehingga didapatkan 20 ml yang akan dicampurkan ke kitosan yang telah dilarutkan dalam asam asetat.

Proses sonikasi dilakukan selama 2 jam, kemudian dilakukan *stirrer* dengan kecepatan 100 rpm selama 24 jam. Larutan kitosan nano gel dibuktikan dengan PSA (*Particle Size Analysis*) untuk melihat ukurannya. Monomer dicampurkan dengan kitosan nano gel sebanyak 5 ml untuk konsentrasi 0,5% dan 2,5 ml untuk konsentrasi 1% kemudian didiamkan selama 5 menit, setelah itu monomer yang sudah ditambahkan dengan kitosan nano gel dicampur dengan polimer dalam pot akrilik dengan perbandingan 23 g polimer: 10 ml monomer, lalu diaduk perlahan-lahan dengan menggunakan *lecron*. Adonan yang telah mencapai *fase dough* dimasukkan ke dalam *mold*. Besar tekanan pengepresan pertama adalah 1000 psi dan dilanjutkan dengan 2200 psi pada pengepresan kedua. Proses curing dilakukan dengan menggunakan *waterbath* dengan suhu 70°C selama 90 menit dan dilanjutkan dengan suhu 100°C selama 30 menit. Sampel dirapikan dan dipoles.

Pengujian sampel dilakukan setelah perendaman, perendaman sampel dalam akuades dilakukan di dalam inkubator selama 24 jam dan dibagi menjadi 3 kelompok, yaitu tanpa penambahan kitosan nano gel, penambahan kitosan nano gel 0,5%, penambahan kitosan nano gel 1%, dan akuades selama 24 jam. Setelah itu, sampel dimasukkan ke dalam desikator selama 24 jam. Sampel diuji kekerasan dengan menggunakan alat *Micro Vickers Tester* dengan beban 25gf dan dengan waktu penekanan selama 30 detik. Data yang diperoleh diuji statistik dengan uji *One-Way ANOVA* dan LSD untuk melihat pengaruh dan perbedaan pengaruh kekerasan pada bahan basis gigi tiruan RAPP setelah penambahan kitosan nano gel 0,5% dan 1%.

HASIL

Hasil penelitian berupa rerata dan standar deviasi nilai kekerasan basis gigi tiruan RAPP, pada kelompok A adalah $14,9 \pm 2,06$ dan Kelompok B adalah $15,2 \pm 0,98$ dan kelompok C adalah $16,5 \pm 0,62$ (Tabel 1).

Tabel 1. Perbedaan pengaruh penambahan kitosan nano gel pada bahan basis gigi tiruan resin akrilik polimerisasi panas terhadap kekerasan menggunakan uji *one-way ANOVA*

Kelompok	n	Mean $\pm$ SD (VHN)	p-value
A	10	$14,9 \pm 2,06$	0,030*
B	10	$15,2 \pm 0,98$	
C	10	$16,5 \pm 0,62$	

Keterangan : *signifikan ($p < 0,05$); A : RAPP tanpa penambahan kitosan, B : RAPP dengan penambahan kitosan 0,5%, C: RAPP dengan penambahan kitosan 1%

Hasil pada tabel 1 menunjukkan rerata dan standar deviasi daripada masing-masing kelompok, analisis *one-way ANOVA* terhadap setiap kelompok diperoleh hasil yang signifikan dengan nilai $p = 0,030$ ($p < 0,05$). Hasil kitosan nanopartikel pada konsentrasi 0,5% diperoleh dengan nilai 810 nm, pada konsentrasi 1% diperoleh dengan nilai 239 nm. Sebelum pengujian *one-way ANOVA*, dilakukan uji normalitas dengan uji *Saphiro-Wilk* karena jumlah sampel yang diuji kurang dari 50 ($n < 50$) untuk mengetahui data berdistribusi normal atau tidak. Hasil uji normalitas *Saphiro-Wilk* diperoleh data dengan nilai signifikansi (p) pada kelompok A adalah 0,070 pada, kelompok B 0,400 dan kelompok C adalah 0,750. Hasil uji normalitas tersebut menunjukkan bahwa data

yang diperoleh terdistribusi dengan normal karena nilai $p > 0,05$. Setelah dilakukan uji normalitas data, maka dilakukan uji homogenitas data untuk mengetahui bahwa data tersebut homogen dengan menggunakan uji levene. Hasil uji homogenitas diperoleh nilai 6,803 dengan tingkat signifikansi $p = 0,054$ ($p > 0,05$). Hal ini menunjukkan pengujian dengan uji one-way ANOVA karena data normal dan homogen.

Hasil uji *one-way* ANOVA menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan pada kelompok A dan B terhadap kekerasan dengan ($p = 0,030$). Hasil analisis statistik LSD menunjukkan adanya perbedaan pengaruh penambahan kitosan nano gel yang signifikan terhadap kekerasan antar kelompok, yaitu A dengan C dengan nilai $p = 0,012$ ($p < 0,05$), kelompok B dengan C dengan nilai $p = 0,043$ ($p < 0,05$). Kelompok yang menunjukkan tidak adanya perbedaan pengaruh penambahan kitosan nano gel yang signifikan yaitu terjadi pada kelompok A dengan B dengan nilai $p = 0,583$ ($p < 0,05$) (Tabel 2).

Tabel 2. Perbedaan pengaruh penambahan kitosan nano gel pada bahan basis gigi tiruan resin Akrilik polimerisasi panas terhadap kekerasan menggunakan uji *LSD (Least Significant Different)*

Kelompok		p-value
A	B	0,583*
	C	0,012*
B	A	0,583*
	C	0,043*
C	A	0,012*
	B	0,043*

Keterangan: *signifikan ($p < 0,05$); A: RAPP tanpa penambahan kitosan, B : RAPP dengan penambahan kitosan 0,5%, C : RAPP dengan penambahan kitosan 1%

Hasil analisis uji LSD pada tabel 2 untuk perbedaan pengaruh penambahan kitosan nano gel terhadap setiap kelompok masing-masing diperoleh hasil yang signifikan pada kelompok A dan C dengan nilai $p = 0,012$ ($p < 0,05$), kelompok B dan C dengan nilai $p = 0,043$ ($p < 0,05$), hasil yang tidak signifikan terjadi pada kelompok A dan B dengan nilai $p = 0,583$ ($p < 0,05$).

PEMBAHASAN

Variasi nilai dapat terjadi karena beberapa faktor, yaitu teknik pengadukan yang manual, porositas, dan teknik pengepresan *compression molding*.⁸ Faktor-faktor yang dapat meningkatkan kekerasan bahan basis RAPP yaitu, penambahan kitosan nano gel dapat dijadikan alternatif untuk menambah kekerasan bahan basis gigi tiruan RAPP. Hal ini disebabkan karena ukuran partikel kitosan mempengaruhi kualitas kitosan, dimana partikel kitosan yang lebih kecil akan membentuk permukaan semakin luas. Adapun ukuran dari nanopartikel yang diharapkan berkisar 10-1000 nm.

Penelitian ini menghasilkan ukuran kitosan nano gel 810 nm pada konsentrasi 0,5%, dan 239 nm pada konsentrasi 1%. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian Ilmiah,¹⁵ yang menyatakan nanopartikel yang dibuat dengan menggunakan metode gelasi ionik dengan komposisi yang mengandung kitosan dan TPP akan menghasilkan nanopartikel dengan ukuran 250-350 nm. Selain itu, hasil penelitian ini juga sesuai dengan penelitian Bangun *et al*,¹⁶ yang menghasilkan nilai nanopartikel kitosan dengan konsentrasi 0,5% berkisar 223,93 sampai dengan 1230,59 nm.

Penggunaan tripolifosfat saat proses gelasi juga sangat memengaruhi dimana penambahan tripolifosfat akan membentuk ikatan silang ionik. Ilmiah dkk.,¹⁵ dalam penelitiannya menyatakan bahwa penggunaan NaTPP sebagai bahan pengikat silang dengan dosis rendah dimaksudkan untuk menghindari pengikatan berlebihan antara polianon TPP dengan gugus amina kitosan. metode ini disebut dengan metode gelasi ionik Dimana mekanisme pembentukan nanopartikel kitosan didasarkan pada interaksi elektrostatis antara gugus amina kitosan dan gugus negatif polianion seperti tripolifosfat sehingga peran tripolifosfat sebagai zat pengikat silang yang akan memperkuat matriks nano kitosan dapat digunakan sebagai bahan penguat sehingga ketika kitosan nano gel dan bahan RAPP dicampurkan akan menghasilkan kekerasan yang lebih baik.¹⁷

Hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan adanya perbedaan nilai kekerasan bahan basis gigi tiruan RAPP dengan penambahan kitosan nano gel. Perbedaan ini dapat disebabkan oleh jumlah persentase kitosan yang ditambahkan, konsistensi (kekentalan) kitosan nano gel, pada saat pencampuran dan pengadukan kitosan nano gel dengan RAPP yang tidak merata karena dilakukan secara manual, serta homogenitas campuran bahan yang membutuhkan penambahan bahan penghubung (*coupling agent*).^{8,17}

Rerata perbedaan nilai kekerasan pada sampel bahan basis gigi tiruan pada kelompok C dibandingkan dengan kelompok B dan dengan kelompok A (Tabel 1). Penelitian Amer ZJA dkk.,¹⁴ menyatakan bahwa saat proses polimerisasi terjadi ikatan-ikatan antara rantai polimer Dimana $-CH_3$ pada resin akrilik polimerisasi panas akan menyatu (berikatan) dengan rantai polimer dari kitosan yaitu $-OH$ sehingga hal ini dapat disebabkan dari peningkatan persentase kitosan, peningkatan ini terbentuk antara rantai polimer selama polimerisasi, di mana $-CH_3$ pada RAPP akan mengikat $-OH$ dalam rantai polimer kitosan. Lebih banyak ikatan silang yang terbentuk pada rantai polimer akan menyebabkan pembentukan struktur tiga dimensi secara terus menerus sehingga

menghasilkan struktur yang lebih kaku dan lebih keras yang dapat bertahan kekuatan atau tekanan tertentu.^{18,14} Faktor yang dapat menurunkan nilai kekerasan bahan basis gigi tiruan RAPP jika ditinjau dari sifatnya bahan resin akrilik mempunyai salah satu sifat yaitu menyerap air, Aglomerasi permukaan dapat menyebabkan permukaan baru yang tidak rata. Aglomerasi dapat juga terjadi akibat ketidakmampuan mengikat antara permukaan hidrofilik dan hidrofobik. Kitosan bersifat hidrofilik, sedangkan resin akrilik bersifat hidrofobik.¹⁹

Penelitian ini menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan pengaruh yang signifikan terhadap penambahan kitosan nano gel pada bahan basis RAPP antara kelompok A dan B (Tabel 2). Penelitian yang dilakukan oleh Ismiyati dkk.,⁸ menyatakan bahwa hal ini dapat disebabkan oleh banyaknya volume atau larutan kitosan nano gel yang dicampurkan dengan resin akrilik, penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Ismiyati dkk.,⁸ dimana membuktikan bahwa semakin banyak volume kitosan yang dicampurkan semakin menurun kekerasan yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena kitosan dengan volume besar akan berlomba untuk berikatan dengan molekul resin akrilik, dapat dimungkinkan terjadi satu molekul resin akrilik diikat oleh dua molekul kitosan. Rantai yang terbentuk akan bersifat lemah, bila diberi tekanan, maka ikatan tersebut akan lepas, sehingga menyebabkan kekerasan menurun.⁸

Faktor lain yang dapat menyebabkan tidak ada perbedaan pengaruh antara kelompok A dan kelompok B (Tabel 2) yaitu sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Ismiyati dkk.,⁸ yang menyatakan bahwa pencampuran antara kitosan dan resin akrilik tidak homogen hal ini disebabkan oleh parameter kelarutan yang tidak sama. Kelarutan resin akrilik 38,49 Joule^{1/2}cm^{3/2}, sedangkan kitosan 41 Joule^{1/2}cm^{3/2} sehingga menghasilkan campuran yang tidak homogen. Homogenitas campuran mempengaruhi sifat mekanik suatu bahan maka diperlukan suatu bahan penghubung (*coupling agent*) yaitu asam akrilat pelarut aseton.⁸

Keterbatasan penelitian ini adalah pada saat proses pencampuran antara kitosan nano gel dengan RAPP yang membutuhkan waktu yang lebih lama untuk mencapai *dough stage* dan kurang homogen karena tidak menggunakan bahan penghubung (*coupling agent*). Selain itu kelemahan lainnya yaitu pada proses pengepresan, keluarnya bahan penguat kitosan nano gel, sehingga dapat mempengaruhi nilai akhir kekerasan bahan basis gigi tiruan RAPP.

SIMPULAN

Penambahan kitosan nano gel 0,5 dan 1% terhadap bahan basis gigi tiruan resin akrilik polimerisasi panas memiliki pengaruh terhadap kekerasan, tetapi tidak ada perbedaan pengaruh antara kelompok kontrol dengan kelompok penambahan kitosan nano gel 0,5%. Berdasarkan hasil penelitian ini bahwa dapat direkomendasikan penambahan kitosan nano gel 1% yang digunakan sebagai bahan penguat untuk meningkatkan kekerasan basis gigi tiruan RAPP.

Kontribusi Penulis: Konseptualisasi, W.S dan Z.M.; metodologi, W.S.; perangkat lunak, W.S.; validasi, W.S dan Z.M.; analisis formal, W.S dan Z.M.; investigasi, W.S dan Z.M.; sumber daya, W.S dan Z.M.; kurasi data, W.S dan Z.M.; penulisan penyusunan draft awal, W.S dan Z.M.; penulisan tinjauan dan penyuntingan, W.S dan Z.M.; visualisasi, W.S dan Z.M.; supervisi, W.S dan Z.M.; administrasi proyek, W.S dan Z.M.; perolehan pendanaan, W.S dan Z.M.; Semua penulis telah membaca dan menyetujui versi naskah yang diterbitkan."

Pendanaan: Penelitian ini tidak menerima dana dari pihak luar

Persetujuan Etik: Penelitian ini dilaksanakan sesuai dengan deklarasi Helsinki, dan telah disetujui oleh Komite Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Sumatera Utara (No. 231/KEPK/USU/2022 dan tanggal pengesahan pada tanggal 4 April 2022

Pernyataan Persetujuan (Informed Consent Statement): Pernyataan persetujuan diperoleh dari semua subjek yang terlibat dalam penelitian ini sebelum melakukan pemeriksaan.

Pernyataan Ketersediaan Data: Ketersediaan data dapat diperoleh melalui email korespondensi penulis.

Konflik Kepentingan: Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Siagian KV. Kehilangan sebagian gigi pada rongga mulut. J e-Clinic (eCl) 2016;4(1):1-6. DOI: [10.35790/ecl.v4i1.12316](https://doi.org/10.35790/ecl.v4i1.12316)
2. Kasuma N, Putri YG, Lipoeto I. Pengaruh Larutan Kopi Bubuk Robusta Terhadap Stabilitas Warna Pada Resin Akrilik Polimerisasi Panas. J B-Dent 2015 ; 2(1):23-8. DOI:[10.33854/jbd.v2i1.11.q301](https://doi.org/10.33854/jbd.v2i1.11.q301)
3. Manappallil, JJ. Basic Dental Materials. 4th Ed. New Delhi: Jaypee Brothers Medical Publisher (P) Ltd, 2013: 540-53
4. May LW, Seong LG. A Narrative Review of Different Types and Processing Methods of Acrylic Denture Base Material. Ann Dent UM 2018;25(2): 58-67. DOI: [10.22452/adum.vol25no2.7](https://doi.org/10.22452/adum.vol25no2.7)
5. Kangsudarmanto Y, Rachmadi P, Wayan I, Arya Kf. Perbandingan Perubahan Warna Heat Cured Acrylic Basis Gigi Tiruan Yang Direndam Dalam Klorheksidin Dan Effervescent (*Alkaline Peroxide*). Dentino J Ked Gi 2014;2(2):205-9.
6. Togatorop RS, Rumampuk JF, Wowor VNS. Pengaruh perendaman plat resin akrilik dalam larutan kopi dengan berbagai kekentalan terhadap perubahan volume larutan kopi. J e-GiGi (eG) 2017;(1):19-23. DOI: [10.35790/eg.5.1.2017.14738](https://doi.org/10.35790/eg.5.1.2017.14738)
7. Lubis MDO, Putranti DW. Pengaruh penambahan aluminium oksida pada bahan basis gigi tiruan resin akrilik polimerisasi panas terhadap kekerasan dan kekasaran permukaan. B-Dent J Ked Gi Universitas Baiturahmah 2019;6(1):1-8. DOI: [10.33854/jbd.v6i1.202.q173](https://doi.org/10.33854/jbd.v6i1.202.q173)
8. ismiyati T. Pengaruh Campuran Kitosan dengan Bahan Basis Gigi Tiruan Resin Akrilik terhadap Pertumbuhan Candida Albicans, Kekuatan Transversal, Kekuatan Tarik, dan Kekerasan (Kajian in Vitro) [disertasi]. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.; 2017: 1-244.
9. Shahabi M, Fzael SM, Rangrazi A. Incorporation of chitosan nanoparticle into a cold-cure orthodontic acrylic resin: effects on Mechanical Properties. J Biomimetics 2021;6(7):1-9. DOI: [10.3390/biomimetics6010007](https://doi.org/10.3390/biomimetics6010007)

10. Fakhri E, Eslami H, Maroufi P, Pakdel F, Taghizadeh S, Ganbarov K, Yousefi M, Tanomand A, Yousefi B, Mahmoudi S, Kafil HS. Chitosan biomaterials application in dentistry. *Int J Biol Macromol.* 2020; 162: 956-74. DOI: [10.1016/j.ijbiomac.2020.06.211](https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.06.211).
11. Kurniasari D, Atun S. Pembuatan dan Karakteristik Nanopartikel Ekstrak Etanol Temu Kunci (*Boesenbergia pandurata*) pada Berbagai Variasi Komposisi Kitosan. *J Sains Dasar* 2017;6(1):31-5. DOI: [10.21831/jisd.v6i1.13610](https://doi.org/10.21831/jisd.v6i1.13610)
12. Ismiyati T, Siswomihardjo W, Soesatyo MHNE, Rochmadi R. Pengaruh Campuran Kitosan dengan basis gigi akrilik terhadap pertumbuhan *Candida* pada plat resin akrilik. *Majalah Kedokteran Gigi Indonesia* 2017;3(3): 2442-576. DOI: [10.22146/maikedgiind.23721](https://doi.org/10.22146/maikedgiind.23721)
13. Nadia LMZ, Suptijah P, Ibrahim B. Produksi Dan Karakterisasi Nano Kitosan Dari Cangkang Udang Windu Dengan Metode Gelasi Ionik. *JPHPI* 2014;17(2):119-26.
14. Adiana ID, Abidin T, Agusnar H, Dennise. Nano gel transverse strength Effect Of Adding High Molecular Nanochitosan On Transverse Strength Of Heat Polymerised Polymethylmethacrylate Denture Base Resin. *J. Evolution Med. Dent. Sci.* 2017; 6(70): 4996-9. DOI: [10.14260/Jemds/2017/1085](https://doi.org/10.14260/Jemds/2017/1085)
15. Imiyah Z, Rohman J. Karakterisasi chitosan nanopartikel dari sisik ikan bandeng sebagai alternatif bahan pengawet ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) Segar. *Medicra J Of Medical Laboratory Science* 2020;3(1):12-20.
16. Yue X, Liu L, Wu Y, Liu X, Li S, Zhang Z, Han S, Wang X, Chang Y, Bai H, Chai J, Hu S, Wang H. Preparation and evaluation of chitosan-polyvinyl alcohol/polyhexamethylene guanidine hydrochloride antibacterial dressing to accelerate wound healing for infectious skin repair. *Ann Transl Med.* 2021; 9(6): 482. DOI: [10.21037/atm-21-509](https://doi.org/10.21037/atm-21-509).
17. Adiana IK. Pengaruh Penambahan Kitosan Nano Gel terhadap Sifat Mekanis dan Stabilitas Warna Bahan Basis Gigi Tiruan Resin Akrilik Polimerisasi Panas [tesis]. Medan: FKG USU.;2016:71-87. Available from: <https://repositori.usu.ac.id/handle/123456789/43889>
18. Amer ZJA , Ahmed JK, Abbas SF. Chitosan/PMMA Bioblend for Drug Release Application. *Int J of Engineering and Technology* 2014; 4(5): 318-24.
19. Miftahullaila M, Sinamo S, Setiawan Y. Pengaruh perendaman basis gigi tiruan resin akrilik polimerisasi panas dalam perasan murni bawang putih (*Allium sativum* L.) terhadap kekerasan permukaan. *Prima J Oral Dent Sci.* 2021; 4(2): 45-50. DOI: [10.34012/primajods.v4i2.2478](https://doi.org/10.34012/primajods.v4i2.2478)
20. Lubis MIA, Wahyuni S. Pengaruh perendaman gigi artifisial akrilik dalam ekstrak kulit manggis dan klorheksidin terhadap stabilitas warna: penelitian eksperimental laboratoris. *J Ked Gi Unpad* 2023;35(1):27-32. DOI: [10.24198/jkq.v35i1.41112](https://doi.org/10.24198/jkq.v35i1.41112)