

Laporan Penelitian

Efek penambahan kitosan nano gel pada bahan basis gigi tiruan resin akrilik polimerisasi panas terhadap kekuatan impact: studi eksperimental

Afif Adillah¹
Muhammad Zulkarnain²,
Siti Wahyuni³,

¹Program Studi Sarjana Kedokteran Gigi Universitas Sumatera Utara, Medan, Indonesia

²Departemen Prostodonsia, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Sumatera Utara, Medan, Indonesia

*Korespondensi:

siti.wahyuni@usu.ac.id

Submisi: 07 Jan 2025

Revisi: 21 Jan 2025

Penerimaan: 27 Feb 2025;

Publikasi Online: 28 Feb 2025

DOI: [10.24198/pjdrs.v9i1.60639](https://doi.org/10.24198/pjdrs.v9i1.60639)

ABSTRAK

Pendahuluan: Resin Akrilik Polimerisasi Panas (RAPP) merupakan bahan basis gigi tiruan yang paling banyak digunakan pada pembuatan basis gigi tiruan karena beberapa keunggulan yaitu tidak bersifat toksik, biokompatibel, mudah didapat, dan estetik yang baik. Meskipun demikian, RAPP juga memiliki kelemahan yaitu kekuatan impact yang rendah akibat pemakaian gigi tiruan jangka panjang, sehingga diperlukan bahan penguat berupa kitosan nano gel. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis efek penambahan kitosan nano gel pada bahan basis gigi tiruan RAPP terhadap kekuatan impact. **Metode:** Jenis penelitian ini adalah eksperimental laboratoris dengan sampel ukuran 60mm x 6mm x 4mm berdasarkan ISO 20795-1. Total 30 sampel dengan konsentrasi kontrol, kitosan nano gel 1%, dan 1,25%. Rumus besar sampel menggunakan rumus Federer, kemudian uji kekuatan impact sampel diuji dengan alat *Charpy tester*. Data dianalisis dengan uji ANOVA satu arah. **Hasil:** Nilai kekuatan impact RAPP kelompok kontrol dan kedua kelompok perlakuan penambahan kitosan nano gel 1% dan 1,25% adalah $7,25 \times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$, $10,17 \times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$, dan $9,07 \times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$. Penambahan kitosan nano gel pada bahan basis gigi tiruan RAPP dapat meningkatkan kekuatan impact secara signifikan ($p=0,001$ ($p<0,05$)). **Simpulan:** Penambahan kitosan nano gel pada bahan basis gigi tiruan RAPP berpengaruh dalam meningkatkan kekuatan impact dengan nilai kekuatan impact tertinggi pada konsentrasi 1%

KATA KUNCI: Kitosan nano gel, kekuatan impact, resin akrilik polimerisasi panas.

The effect of addition of chitosan nano gel on denture base materials heat polymerized acrylic resin on impact strength: study experimental

ABSTRACT

Introduction: Heat-polymerized acrylic resin (HPAR) is the most widely used denture base material for denture bases due to several advantages, including non-toxicity, biocompatibility, availability, and has good aesthetics. However, HPAR has a significant drawback, specifically low impact strength, especially with long-term denture use, which necessitates the addition of a reinforcing material such as chitosan nano gel. The aim of this study was to analyze the effect of adding chitosan nano gel on the impact strength of HPAR denture base material. **Methods:** This study was a laboratory experiment conducted with samples measuring 60 mm x 6 mm x 4 mm, following ISO 20795-1 standards. A total of 30 samples were divided into three groups: a control group, 1% chitosan nano gel group, and a 1.25% chitosan nano gel group. The sample size was determined using the Federer formula. The impact strength of the samples was tested using a Charpy tester, and the data were analyzed by one-way ANOVA test. **Results:** The impact strength of HPAR in the control group and the two treatment groups (1% and 1.25% chitosan nano gel) were $7.25 \times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$, $10.17 \times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$, and $9.07 \times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$, respectively. The addition of chitosan nano gel to the HPAR denture base material significantly increase the impact strength ($p = 0.001$; $p < 0.05$). **Conclusion:** The incorporation of chitosan nano gel into the HPAR denture base material enhances impact strength, with the highest impact strength observed at a concentration of 1% chitosan nano gel.

KEY WORDS: Chitosan nano gel, heat-polymerized acrylic resin, impact strength

PENDAHULUAN

Basis merupakan bagian dari gigi tiruan tempat melekatnya anasir gigi tiruan yang menerima kekuatan fungsional dari oklusi dan mentransfer kekuatan fungsional untuk mendukung struktur rongga mulut. Bahan basis gigi tiruan yang ideal sebaiknya memiliki biokompatibilitas dengan jaringan mulut, estetik yang sangat baik, sifat mekanik yang unggul terutama modulus elastisitas, kekuatan impak, kekuatan lentur dan kekerasan, kekuatan ikat yang cukup dengan anasir gigi tiruan dan bahan pelapis, mudah dibuat dan stabilitas dimensi yang baik.^{1,2} Bahan yang sering digunakan untuk membuat basis gigi tiruan adalah resin akrilik.

Resin akrilik dikembangkan pada tahun 1930-an dan pertama kali digunakan dalam kedokteran gigi pada tahun 1940-an. Bahan ini dengan cepat menggantikan bahan yang sebelumnya digunakan untuk pembuatan gigi tiruan. Resin akrilik memiliki rantai polimer panjang yang terdiri dari unit-unit metil metakrilat yang disebut dengan polimetil metakrilat (PMMA). Salah satu keuntungan dari bahan PMMA adalah relatif mudah untuk diproses. Bahan dasar gigi tiruan PMMA umumnya berupa bubuk (*powder*) dan cairan (*liquid*). Cairan tersebut sebagian besar mengandung metil metakrilat yang tidak terpolimerisasi dan bubuknya sebagian besar mengandung resin polimetil metakrilat prapolimerisasi dalam bentuk manik-manik (atau bola) berukuran mikro. Cairan dan bubuk ketika dicampur dalam proporsi yang tepat, akan terbentuk massa yang dapat diproses.^{3,4}

Resin akrilik polimerisasi panas (RAPP) merupakan bahan yang paling banyak digunakan pada pembuatan basis gigi tiruan. RAPP atau disebut juga *heat cured acrylic resin* adalah resin akrilik yang membutuhkan proses pemanasan untuk polimerisasi, panas dapat dihasilkan dari *waterbath* ataupun dari *microwave oven*.^{3,4} RAPP memiliki beberapa keuntungan seperti polimerisasi yang lebih sempurna dibandingkan dengan resin akrilik swapolimerisasi, biokompatibilitas yang baik terhadap rongga mulut, tidak bersifat toksik, mudah didapat, harga relatif lebih murah, manipulasi yang sederhana dan memiliki estetik yang baik.^{5,6} Bahan basis gigi tiruan RAPP memiliki sifat mekanik yang masih rendah akibat pemakaian gigi tiruan jangka panjang, salah satunya adalah kekuatan impak.⁷

Kekuatan impak adalah daya tahan suatu bahan agar tidak patah bila mendapat daya yang besar dan tiba-tiba dalam bentuk tarikan dan tekanan.⁸ Kekuatan impak yang rendah dapat menyebabkan basis gigi tiruan RAPP mudah patah. Patahnya basis gigi tiruan RAPP dapat terjadi di dalam dan di luar rongga mulut. Basis gigi tiruan bisa patah di luar rongga mulut akibat basis gigi tiruan terjatuh secara tiba-tiba pada permukaan yang keras. Hal ini dipengaruhi oleh kekuatan impak yang rendah pada bahan basis gigi tiruan RAPP.⁹ Nilai kekuatan impak yang diperlukan bahan basis gigi tiruan RAPP berdasarkan ISO 1567:1999 adalah $2 \times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$.¹⁰

Kitosan nano gel merupakan salah satu bahan penguat material di bidang kedokteran gigi. Kitosan nano gel mempunyai keunggulan dibandingkan dengan material sejenis dalam ukuran besar (*bulk*) karena ukuran nanopartikel pada kitosan nano gel memiliki nilai perbandingan antara luas permukaan dan volume yang lebih besar jika dibandingkan dengan bahan sejenis dalam ukuran besar, sehingga nanopartikel bersifat lebih reaktif.¹¹ Salah satu metode yang dapat digunakan untuk membuat kitosan nano gel adalah dengan metode gelasi ionik (*ionic gelation*). Metode ini dilakukan dengan cara kitosan dilarutkan dalam larutan asam encer untuk memperoleh kation kitosan. Larutan tersebut kemudian ditambahkan dengan larutan Natrium Tripolipospat (NaTPP) dengan cara diteteskan sambil diaduk. Akibat kompleksasi antara muatan yang berbeda, kitosan mengalami gelasi ionik dan presipitasi membentuk partikel bulat seperti bola. Nanopartikel dengan demikian dibentuk secara spontan akibat pengadukan secara mekanis dengan *stirrer* pada suhu kamar.¹²

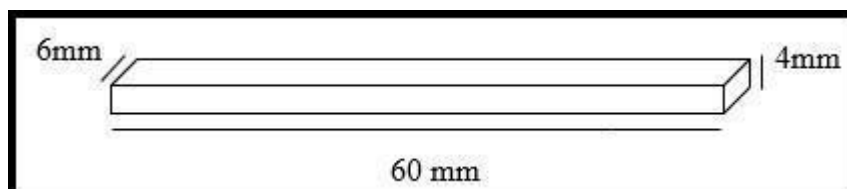
Adiana ID dkk.,¹³ menyatakan kekuatan impak RAPP meningkat secara signifikan setelah penambahan kitosan nano gel 0,25%, 0,5%, 0,75%, 1%, dan 1,5% dengan nilai tertinggi pada konsentrasi 1%, dan pada konsentrasi 1,5% kekuatan impak menurun. Penelitian Komariah dkk.,¹⁴ menyatakan kitosan dengan derajat deasetilasi 93% konsentrasi 1% meningkatkan nilai zona hambat *C. albicans* dan pada konsentrasi 1,25% nilai zona hambat menurun akibat viskositas kitosan yang meningkat.

Penelitian ini meneliti penambahan kitosan nano gel 1% dan 1,25% untuk melihat apakah dengan penambahan kitosan nano gel 1,25% dapat lebih meningkatkan nilai kekuatan impak RAPP atau menurunkan nilai kekuatan impak RAPP dibandingkan dengan kitosan nano gel 1%. Belum ada penelitian yang meneliti penambahan kitosan nano gel 1% dan 1,25% pada bahan RAPP terhadap kekuatan impak. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis efek

penambahan kitosan nano gel pada bahan basis gigi tiruan RAPP terhadap kekuatan impak. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan kitosan nano gel 1% dan 1,25% pada bahan basis gigi tiruan RAPP terhadap kekuatan impak.

METODE

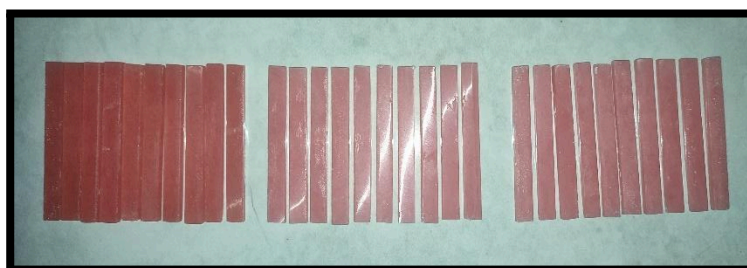
Rancangan penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah eksperimental laboratoris yang bertujuan untuk mengetahui adanya pengaruh yang timbul karena adanya pemberian perlakuan tertentu, dengan desain penelitian, yaitu *post test only control group design*. Sampel penelitian merupakan resin akrilik polimerisasi panas berbentuk persegi panjang dengan ukuran 60 mm x 6 mm x 4 mm sesuai spesifikasi ISO 20795-1 (Gambar 1).



Gambar 1. Ukuran batang uji kekuatan impak

Sampel dibagi menjadi 3 kelompok, yaitu kelompok RAPP tanpa penambahan bahan penguat sebagai kelompok kontrol, dan kelompok RAPP dengan penambahan kitosan nano gel konsentrasi 1% dan 1,25%, tiap kelompok terdiri dari 10 sampel. Kitosan nano gel dibuat dengan cara bubuk kitosan sebanyak 1 dan 1,25 gr dilarutkan pada 100 ml asam asetat 1% yang diaduk dengan *stirrer* kecepatan 400 rpm selama 24 jam dan sonikasi selama 2 jam., kemudian ditambahkan larutan Natrium Tripolipospat (NaTPP) 1% sebanyak 20 ml untuk membentuk gel kitosan, larutan kitosan kembali *distirrer* selama 24 jam dan sonikasi selama 2 jam untuk mendapatkan ukuran nano.

Ukuran nanopartikel diuji dengan *Particle Size Analyzer* (PSA). Kitosan nano gel 1% dan 1,25% ditambahkan ke RAPP dengan perbandingan 11,5 gr polimer : 5 ml monomer : 1 ml kitosan nano gel diaduk terlebih dahulu bersama dengan monomer menggunakan *mixing jar* selama 5 menit, kemudian dicampurkan dengan bubuk polimer dan diaduk hingga homogen. Adonan yang telah mencapai fase *dough stage* dimasukkan ke *mold*. Kemudian pengepresan pertama dilakukan dengan tekanan 1000 psi dilanjutkan pengepresan kedua dengan tekanan 2000 psi. Proses kuring dilakukan dengan *waterbath* pada suhu 70°C selama 90 menit dilanjutkan dengan suhu 100°C selama 30 menit. Sampel yang telah dirapikan kemudian dipoles dengan *rotary grinder* sesuai ukuran yang diinginkan (Gambar 2).



Gambar 2. Sampel uji impak yang telah dihaluskan

Sampel diuji dengan alat uji kekuatan impak *Charpy tester*. Setiap sampel diberi nomor terlebih dahulu pada kedua ujungnya dan diberi garis tengah. Sampel ditempatkan secara horizontal bertumpu pada kedua ujung alat uji. Lengan pemukul yang ada pada alat pengujian dikunci. Kunci pada lengan pemukul membentur sampel hingga patah. Energi yang tertera pada alat pengujian kemudian dibaca dan hasilnya dicatat, lalu dilakukan perhitungan kekuatan impak. Data yang diperoleh dianalisis dengan uji ANOVA satu arah untuk melihat pengaruh penambahan kitosan nano gel pada bahan basis gigi tiruan RAPP terhadap kekuatan impak. Untuk melihat perbedaan bermakna antar kelompok dilakukan uji LSD (*Least Significant Difference*).

HASIL

Nilai kekuatan impak diuji dengan memberikan energi impak terhadap sampel dan dinyatakan dalam satuan J/mm^2 . Kekuatan impak ketiga kelompok terdiri dari kelompok RAPP tanpa penambahan kitosan nano gel (kelompok A), kelompok RAPP dengan penambahan kitosan nano gel 1% (kelompok B), dan kelompok RAPP dengan penambahan kitosan nano gel 1,25% (kelompok C) (Tabel 1).

Tabel 1. Nilai Kekuatan Impak Bahan Basis Gigi Tiruan RAPP Tanpa Bahan Penguat, dengan Penambahan Kitosan Nano Gel 1% dan 1,25%

Kelompok	n	Kekuatan impak($\times 10^{-3}$ J/mm^2)	$\bar{x} \pm \text{SD}$
A	10	5,06* 9,52**	$7,25 \pm 1,49$
B	10	8,74* 12,78**	$10,17 \pm 1,30$
C	10	6,49* 11,13**	$9,07 \pm 1,41$

Keterangan: *Terkecil; **Terbesar

Berdasarkan hasil uji statistik ANOVA satu arah diperoleh nilai signifikansi $p = 0,001$ ($p < 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa ada pengaruh yang signifikan setelah penambahan kitosan nano gel 1% dan 1,25% pada bahan basis gigi tiruan RAPP terhadap kekuatan impak (Tabel 2).

Tabel 2. Pengaruh Penambahan Kitosan Nano Gel 1% dan 1,25% pada Bahan Basis Gigi Tiruan RAPP terhadap Kekuatan Impak

Kelompok	n	($\times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$) Rerata $\pm$ SD	Nilai p
A	10	$7,25 \pm 1,49$	0,001*
B	10	$10,17 \pm 1,30$	
C	10	$9,07 \pm 1,41$	

Keterangan: *signifikan ($p < 0,05$)

Setelah dilakukan uji statistik ANOVA satu arah, selanjutnya dilakukan uji statistik LSD (*Least Significant Different*) untuk mengetahui kelompok perlakuan mana yang bermakna. Hasil uji statistik LSD menunjukkan pada kelompok B dan C tidak ada perbedaan dengan nilai $p = 0,092$ ($p < 0,05$) (Tabel 3).

Tabel 3. Perbedaan Bermakna Penambahan Kitosan Nano Gel 1% dan 1,25% pada Bahan Basis Gigi Tiruan RAPP terhadap Kekuatan Impak

Kelompok	n	Nilai p
A	B	0,001*
	C	0,007*
B	C	0,092

Keterangan: *signifikan ($p < 0,05$)

PEMBAHASAN

Hasil pada tabel 1 terlihat nilai kekuatan impak didapati bervariasi pada setiap sampel dalam kelompok A, B, dan C. Variasi nilai kekuatan impak ini disebabkan beberapa faktor yang tidak dapat dikendalikan yang memengaruhi proses polimerisasi RAPP, salah satunya karena pencampuran antara polimer dan monomer bahan basis gigi tiruan RAPP tidak dilakukan secara bersamaan untuk semua sampel dan teknik pengadukan secara manual yang menyebabkan kecepatannya tidak dapat dikendalikan dengan sempurna. Zulkarnain M dkk.,¹⁵ menyatakan teknik pengadukan manual dapat menyebabkan terperangkapnya udara di dalam matriks bahan basis gigi tiruan RAPP sehingga terdapat porositas yang memengaruhi kekuatan impak basis gigi tiruan RAPP. Adanya porositas internal yang tidak dapat terlihat dapat memengaruhi kekuatan impak yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena masuknya udara selama proses pengadukan

bahan RAPP yang dilakukan secara manual sehingga dapat terjadi porositas internal yang dapat memengaruhi kekuatan impak. Pengadukan bahan basis gigi tiruan RAPP seharusnya dilakukan dengan alat *vacuum mixer*. Penggunaan alat *vacuum mixer* untuk pengadukan bahan basis gigi tiruan RAPP agar tidak ada ruang kosong atau *void* di dalam matriks polimer. Selain itu, pengerjaan sampel untuk setiap kelompok tidak dilakukan sekaligus dalam waktu yang bersamaan. Pada tiap kuvet hanya dapat menghasilkan 3 buah sampel sehingga pada saat proses *packing* dapat terjadi perbedaan kualitas sampel yang dihasilkan. Selanjutnya pada saat proses pemolesan sampel menggunakan *rotary grinder* kekuatan penekanan pada sampel yang berbeda-beda dapat menyebabkan perbedaan kerataan permukaan poles pada setiap sisi sampel yang akan memengaruhi kekuatan impak basis gigi tiruan RAPP sehingga menghasilkan kekuatan impak yang berbeda-beda pada tiap sampel.¹⁶

Hasil pada tabel 1 terlihat perbedaan nilai rerata pada setiap kelompok menunjukkan bahwa pada kelompok B memiliki nilai kekuatan impak yang terbesar dan pada kelompok A memiliki nilai kekuatan impak yang terkecil. Hasil penelitian ini hampir sama dengan penelitian yang dilakukan oleh Fransisca W dkk.,¹⁷ menyatakan bahwa nilai kekuatan impak RAPP QC-20® tanpa penambahan bahan penguat adalah sebesar $5,29 \pm 0,62 \times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$. Pada penelitian ini, bahan RAPP yang digunakan adalah QC-20® dan nilai kekuatan impak RAPP pada penelitian ini sudah berada diatas nilai normal. Berdasarkan standar ISO 1567:1999 nilai kekuatan impak yang diperlukan bahan basis gigi tiruan RAPP adalah $2 \times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$.¹⁰

Tabel 2 didapatkan hasil yang signifikan mengenai pengaruh penambahan kitosan nano gel pada bahan basis gigi tiruan RAPP terhadap kekuatan impak. Hasil pada penelitian ini sama dengan penelitian Adiana ID dkk.,¹³ yang menyatakan bahwa penambahan kitosan nano gel 0,25%, 0,5%, 0,75%, 1%, dan 1,5% pada bahan basis gigi tiruan RAPP terhadap kekuatan impak dengan hasil uji statistik ANOVA satu arah diperoleh nilai signifikansi $p = 0,001$ ($p < 0,05$). Adanya pengaruh penambahan kitosan nano gel 1% dan 1,25% pada bahan basis gigi tiruan RAPP terhadap kekuatan impak terjadi karena modifikasi kimia menjadi gel kitosan dapat meningkatkan kapasitas serapnya. Penggunaan Natrium Tripolipospat (NaTPP) saat proses gelasi juga sangat memengaruhi, dimana penambahan NaTPP mampu membentuk gel secara cepat dan peran NaTPP sebagai zat pengikat silang akan memperkuat matriks kitosan. Semakin banyak ikatan silang yang terbentuk antara kitosan dan NaTPP maka kekuatan mekanik partikel kitosan semakin meningkat, sehingga kitosan nano gel dapat berpengaruh sebagai bahan penguat.¹⁸

Abdul Amer dkk.,¹⁹ menyatakan bahwa selama proses polimerisasi terjadi ikatan rantai polimer dimana CH₃ pada PMMA berikatan dengan OH pada rantai polimer kitosan. Selain itu, gugus karbonil C=O dalam polimetilmetakrilat akan berikatan dengan NH₂ pada kitosan. Ikatan khusus ini akan meningkatkan kekuatan impak bahan basis gigi tiruan RAPP akibat penambahan kitosan nano gel. Pembentukan ikatan ionik yang lebih banyak pada rantai polimer akan menciptakan struktur tiga dimensi yang kuat dan kaku terhadap gaya atau tekanan tertentu. Menurut Li Z dkk.,²⁰ kekuatan mekanik komposit membran nanofibrous meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi kitosan/PMMA. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian ini yang menunjukkan bahwa penambahan kitosan nano gel pada bahan basis gigi tiruan RAPP dapat meningkatkan kekuatan impaknya.

Hasil pada tabel 3 uji statistik LSD menunjukkan pada kelompok B dan C tidak ada perbedaan dengan nilai $p = 0,092$ ($p > 0,05$). Berdasarkan hasil penelitian ini dapat dilihat secara statistik bahwa penambahan kitosan nano gel 1% merupakan penambahan yang terbaik dalam meningkatkan kekuatan impak bahan basis gigi tiruan RAPP dibandingkan dengan penambahan kitosan nano gel 1,25% berdasarkan nilai rerata kekuatan impak. Hasil penelitian ini tidak sejalan dengan penelitian Shahabi M dkk.,²¹ yang menyatakan bahwa penambahan kitosan nanopartikel 0,5%, 1%, 2%, dan 4% pada bahan resin akrilik *cold-cure* tidak memiliki efek negatif yang signifikan pada sifat mekanisnya, salah satunya kekuatan impak, pada penelitian tersebut semakin naik konsentrasi kitosan, nilai kekuatannya semakin menurun walaupun tidak signifikan. Hal ini dikarenakan partikel kitosan dalam matriks resin akrilik dapat bertindak sebagai kotoran dalam matriks polimetilmetakrilat, yang dapat memungkinkan terjadinya penurunan nilai kekuatan. Selain itu, kitosan nanopartikel dapat menggumpal dan gumpalan bertindak sebagai pusat konsentrasi tegangan dalam matriks resin sehingga dapat terjadi penurunan nilai kekuatan.

Hasil pada penelitian ini sejalan dengan penelitian Adiana ID dkk.,¹³ menyimpulkan bahwa penambahan kitosan nano gel 1% memiliki nilai kekuatan impak tertinggi dengan nilai $7,91 \pm 0,41 \times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$, namun setelah penambahan kitosan nano gel 1,5% nilai kekuatan impak

menurun dengan nilai $6,08 \pm 0,63 \times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$. Hasil pada penelitian ini, setelah penambahan kitosan nano gel 1,25% nilai kekuatan impaknya menurun dibandingkan dengan penambahan kitosan nano gel 1%. Hal ini dikarenakan ukuran partikel kitosan dapat memengaruhi kualitas kitosan, semakin kecil ukuran partikel kitosan akan membentuk permukaan yang semakin luas, pada penelitian ini didapatkan ukuran partikel kitosan nano gel 1% adalah 25 nm dan ukuran partikel kitosan nano gel 1,25% adalah 731 nm sehingga distribusi partikel kitosan nano gel 1% yang lebih kecil di dalam matriks RAPP lebih efektif dalam meningkatkan kekuatan dampak RAPP.

Konsentrasi larutan kitosan yang tinggi membuat viskositas larutan kitosan juga tinggi. Semakin tinggi nilai konsentrasi larutan kitosan maka viskositasnya akan semakin tinggi.²² Hal ini sesuai dengan penelitian Komariah dkk.,¹⁴ yang menyatakan bahwa kitosan dengan derajat deasetilasi 93% terlihat penurunan zona hambat jamur *C. albicans* pada konsentrasi 1,25% akibat viskositas kitosan yang meningkat sehingga kitosan sulit berdifusi ke dalam agar. Viskositas yang tinggi pada RAPP dengan penambahan kitosan nano gel 1,25% menyebabkan kitosan nano gel sulit berdifusi untuk mengisi ruang dan berikatan pada matrik polimetilmetakrilat sehingga kepadatan bahan RAPP berkurang dan memengaruhi kekuatan mekanisnya yaitu kekuatan dampak.

Kelemahan pada penelitian ini adalah sulitnya pencampuran homogen monomer dan polimer bahan basis gigi tiruan RAPP dikarenakan teknik pengadukan yang manual dan kecepatannya tidak dikendalikan dengan sempurna. Teknik pengadukan yang manual menyebabkan kurang homogennya pencampuran antara bahan penguat kitosan nano gel dengan polimer bahan basis gigi tiruan RAPP yang menyebabkan udara terperangkap pada matriks polimer saat pengadukan sehingga terdapat porositas internal yang tidak terlihat sehingga menyebabkan penurunan kekuatan yang dihasilkan. Hal ini kemungkinan dapat diatasi dengan penggunaan *vacuum mixer* saat pengadukan sehingga pengadukan lebih homogen dan tidak ada udara yang terperangkap.^{15,16} Keterbatasan dari penelitian adalah kesulitan saat pemotongan dengan *rotary grinder* karena ukuran sampel yang kecil dan tipis sehingga sulit untuk dipegang dan ditekan pada saat *rotary grinder* berputar yang mengakibatkan permukaan poles setiap sisi sampel RAPP tidak maksimal rata, sehingga diperlukan pembuatan pengunci pegangan agar lebih stabil.

SIMPULAN

Penambahan kitosan nano gel pada bahan basis gigi tiruan resin akrilik polimerisasi panas berpengaruh dalam meningkatkan kekuatan dampak dengan nilai kekuatan dampak tertinggi pada konsentrasi 1%. Implikasi teoritis dari penelitian ini adalah sebagai bahan masukan untuk perkembangan ilmu pengetahuan kedokteran gigi khususnya di bidang prostodontia dan sebagai referensi untuk penelitian lebih lanjut mengenai bahan kitosan nano gel. Implikasi praktis dari penelitian ini adalah sebagai usaha untuk memperbaiki kelemahan sifat mekanis bahan basis gigi tiruan dan penelitian ini diharapkan dapat menjadi masukan bagi tenaga kesehatan gigi untuk dapat mempertimbangkan kitosan nano gel sebagai bahan penguat resin akrilik untuk meningkatkan kekuatan dampak sehingga basis gigi tiruan tidak mudah patah.

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

Pendanaan: Pendanaan penelitian ini merupakan pendanaan secara pribadi

Persetujuan Etik: Penelitian ini telah mendapatkan izin penelitian, dan pembebasan etik dari Komisi Etik Penelitian Universitas Sumatera Utara dengan nomor 431/KEPK/USU/2022

Pernyataan Ketersediaan Data: Ketersediaan data penelitian akan diberikan izin oleh peneliti melalui email korespondensi dengan memperhatikan etika dalam penelitian.

Konflik Kepentingan: Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan dalam penelitian

DAFTAR PUSTAKA

1. Carr AB, Brown DT. McCracken's removable partial prosthodontics. 13th ed. Missouri: Elsevier, 2016: 99.
2. Aldegheishem A, AlDeeb M, Al-Ahdal K, Helmi M, Alsagob EI. Influence of reinforcing agents on the mechanical properties of denture base resin: a systematic review. *Polymers* 2021; 13: 1-12.
3. Anusavice KJ, Shen C, Rawls HR. Phillips' science of dental materials. 12th ed. Missouri: Elsevier, 2013: 475-6.

4. Gladwin M, Bagby M. Clinical aspects of dental materials: theory, practice, and cases. 5th ed. Burlington: Jones & Barlett Learning, 2017: 155.
5. Rahayu I, Fadriyanti O, Edrizal. Efektivitas pembersih gigi tiruan dengan rebusan daun sirih 25% dan 50% terhadap pertumbuhan *Candida albicans* pada lempeng resin akrilik polimerisasi panas. Jurnal B-Dent 2014; 1(2):142-50. DOI: <https://doi.org/10.33854/jbd.v1i2.28.g306>
6. Pratiwi N, Saputera D, Budiarti LY. Efektivitas ekstrak methanol daun kersen dibandingkan klorheksidin glukonat terhadap *Candida albicans* pada heat cured akrilik. Dentin (Jur. Ked. Gigi) 2017; 1(1): 89-93. DOI: <https://doi.org/10.20527/dentin.v1i1.344>
7. Heidari B, Firouz F, Izadi A, Ahmadvand S, Radan P. Flexural strength of cold and heat cure acrylic resins reinforced with different materials. J Dent (Tehran) 2015; 12(5): 316-23.
8. Chairunnisa R, Chailes S. Pengaruh waktu perendaman basis gigitiruan resin akrilik polimerisasi panas dalam ekstrak buah lerak 0,01% terhadap kekuatan impak. Dentika Dent J 2015; 18(3): 274-9. DOI: <https://doi.org/10.32734/dentika.v18i3.1975>
9. Kumar V, Ghalautt P, Gupta D, Harleen. Comparative evaluation of the impact strength of heat cured (Lucitone199), microwave cured (VIPI WAVE) and glass- fibre modified denture base material. IJERMDC 2015; 2(5): 12-7.
10. Dahar E, Handayani S. Pengaruh penambahan zirconium oksida pada bahan basis gigi tiruan resin akrilik polimerisasi panas terhadap kekuatan impak dan transversal. J Ilmiah PANNMED 2017; 12(2): 194-9. DOI: <https://doi.org/10.36911/pannmed.v12i2.24>
11. Wulandari S, Zulkarnain M. Pengaruh penambahan kitosan nano gel pada bahan basis gigi tiruan resin akrilik polimerisasi panas terhadap kekerasan: studi eksperimental laboratoris. J Ked Gi 2023; 35(3): 269-74. DOI: 10.24198/jkg.v35i2.50414
12. Irianto HE, Muljanah I. Proses dan aplikasi nanopartikel kitosan sebagai penghantar obat. Squalen 2016; 6(1): 1-8. DOI: <https://doi.org/10.15578/squalen.v6i1.55>
13. Adiana ID, Abidin T, Syafiar L. Effect of high molecular nano-chitosan addition on the impact strength of heat polymerized polymethyl methacrylate denture base resin. In: Paul VA eds. International Dental Conference of Sumatera Utara, Medan, 2018: 130-133. DOI: <https://doi.org/10.2991/idcsu-17.2018.34>
14. Komariah L. Aktivitas antifungal kitosan rajungan dan udang terhadap *Candida albicans*. Majalah Kedokteran UKI 2019; 35(3): 109-14.
15. Zulkarnain M, Fitriana T. Pengaruh penambahan kitosan nano gel bermolekul sedang pada bahan basis gigi tiruan resin akrilik polimerisasi panas terhadap kekuatan transversal. J Kes Gigi 2024; 11(2): 91-9. DOI: 10.33992/JKG.V11I1.3157
16. Simorangkir ZC, Wahyuni S. Pengaruh nanoselulosa serat daun nenas terhadap modulus elastisitas basis gigi tiruan resin akrilik polimerisasi panas: Studi eksperimental laboratoris. J Ked G.. 2023;35(3):223-229. DOI: 10.24198/jkg.v35i2.47746
17. Fransisca W, Nasution ID. Pengaruh penambahan serat kaca dan serat polyester terhadap kekuatan impak bahan basis gigi tiruan resin akrilik polimerisasi panas. Jurnal B-Dent 2015; 2(1): 16-22. DOI: <https://doi.org/10.33854/JBDjbd.10>
18. Rumengan IF, Suptijah P, Salindeho N, Wullur S, Luntungan AH. Nanokitosan dari sisik ikan : aplikasinya sebagai pengemas produk perikanan. Manado: Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Sam Ratulangi, 2018: 8-15.
19. Angelia V, Wahyuni S, Ritonga S, Amesta VR. Pengaruh penambahan kitosan pada bahan basis gigi tiruan resin akrilik polimerisasi panas terhadap kekasaran permukaan dan jumlah *Candida albicans*: studi eksperimental laboratoris. J Ked Gi 2023; 7(2): 230-7.
20. Li Z, Li T, An L, Fu P, Gao C, Zhang Z. Highly efficient chromium (VI) adsorption with nanofibrous filter paper prepared through electrospinning chitosan/polymethylmethacrylate composite. Carbohydrate Polymers 2015: 119-26. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2015.10.059>
21. Shahabi M, Fazel SM, Rangrazi A. Incorporation of chitosan nanoparticles into a cold-cure orthodontic acrylic resin: effects on mechanical properties. Biomimetics 2021; 6(7): 1-9. DOI: <https://doi.org/10.3390/biomimetics6010007>
22. Nadia LMH, Suptijah P, Huli LO, Effendy WNA, Nurmamadewi. Pemanfaatan kitosan sebagai antibakteri alternatif dalam formulasi hand sanitizer gel. J Fish Protech 2022; 5(1): 65-72. DOI: <http://dx.doi.org/10.33772/jfp.v5i1.25108>