

Pengaruh penambahan nanoselulosa serat daun nanas terhadap kekasaran permukaan resin akrilik polimerisasi panas: studi eksperimen

Iffa Iessyahura¹
Siti Wahyuni^{2*}

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

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

*Korespondensi
Email | siti.wahyuni@usu.ac.id

Submisi | 15 Juni 2025
Revisi | 12 Juli 2025
Penerimaan | 18 Agustus 2025
Publikasi Online | 30 Agustus 2025
DOI: [10.24198/jkg.v35i2.47746](https://doi.org/10.24198/jkg.v35i2.47746)

p-ISSN [0854-6002](#)
e-ISSN [2549-6514](#)

Sitasi | Iessyahura I, Wahyuni S. Pengaruh penambahan nanoselulosa serat daun nanas terhadap kekasaran permukaan resin akrilik polimerisasi panas: studi eksperimen. J. Kedokt. Gigi Univ. Padjadjaran. 2025;37(2):179-187. DOI: [10.24198/jkg.v35i2.47746](https://doi.org/10.24198/jkg.v35i2.47746)



Copyright: © 2025 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 basis gigi tiruan yang sering digunakan karena memiliki nilai estetis yang baik, namun bahan ini memiliki sifat mekanis yang rendah sehingga bahan ini mudah mengalami retak atau fraktur. Hal ini dapat diatasi dengan penambahan nanoselulosa serat daun nanas yang mengandung 69,5-71,5% selulosa. Namun, kekasaran permukaan pada RAPP juga harus dipertimbangkan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh penambahan nanoselulosa serat daun nanas terhadap kekasaran permukaan pada basis RAPP dengan konsentrasi 1 dan 1,5%. **Metode:** Rancangan penelitian ini adalah eksperimental laboratoris dengan 27 sampel berukuran 65x10x2,5mm. Sampel dibuat dari daun nanas yang dihaluskan hingga menjadi bubuk dan dilakukan delignifikasi untuk menghilangkan lignin serta *bleaching*. Kemudian dikeringkan dengan *oven* dan *ball-mill* untuk mengubah ukuran menjadi nano. Setiap sampel diuji dengan profilometer kontak untuk mengetahui nilai kekasaran permukaan dan dianalisis pengaruhnya menggunakan uji Anova. **Hasil:** Hasil uji univariat menunjukkan nilai rerata dan standar deviasi kekasaran permukaan basis RAPP tanpa penambahan 0,097±0,032 µm, dengan penambahan nanoselulosa 1% 0,174±0,010 µm dan dengan penambahan nanoselulosa 1,5% sebesar 0,221±0,034 µm. Uji Anova satu arah didapatkan hasil yang signifikan dengan p=0,001 (p<0,05) dan uji LSD yang signifikan dengan nilai p=0,001 (P<0,05). **Simpulan:** Terdapat perbedaan nilai kekasaran permukaan basis gigi tiruan resin akrilik polimerisasi panas tanpa dan dengan penambahan nanoselulosa serat daun nanas 1% dan 1,5%. Konsentrasi 1% merupakan tingkat konsentrasi paling baik yang ditambahkan pada bahan basis gigi tiruan RAPP untuk meningkatkan sifat mekanis tetapi mempunyai kekasaran permukaan yang rendah.

Kata kunci

Basis gigi tiruan, resin akrilik polimerisasi panas, nanoselulosa, serat daun nanas, kekasaran permukaan

Effect of addition of pineapple leaf fiber nanocellulose on the surface roughness of heat-polymerized acrylic denture base: an experimental study

ABSTRACT

Introduction: Heat polymerized acrylic resin (HPA) is a commonly used denture base material because of its good aesthetic properties, but it has relatively low mechanical strength, making it susceptible to cracking or fracture. This limitation can be improved by adding nanocellulose derived from pineapple leaf fiber, which contains approximately 69.5-71.5% cellulose. However, the surface roughness of HPA must also be considered. The aim of this study was to analyze the effect of adding pineapple leaf fiber nanocellulose on the surface roughness of HPA at concentrations of 1 and 1.5%. **Methods:** This laboratory experimental study used 27 samples measuring 65x10x2.5mm. Pineapple leaves were crushed into pulp, delignified to remove lignin, and bleached. They were then dried in an oven and ground using a ball-mill to obtain nanocellulose particles. Each sample was tested with a profilometer to determine the surface roughness value, and the results were analyzed using one-way ANOVA test. **Results:** Based on the univariate test of the mean value and standard deviation of the surface roughness of HPA without the addition of nanocellulose 0,097±0,032 µm, with the addition of 1% nanocellulose 0,174±0,010 µm and with the addition of 1.5% nanocellulose 0,221±0,034 µm. The one-way ANOVA test obtained significant results with p=0.001 (p<0.05) and the LSD test with *ila* p=0.001 (P<0.05). **Conclusion:** There was a significant difference in surface roughness between HPA denture base samples without and with the addition of 1% and 1.5% pineapple leaf fiber nanocellulose. The 1% concentration was identified as the most favorable, as it enhances the mechanical properties of the denture base while maintaining [revised] a relatively low surface roughness.

Keywords

Denture base, Heat polymerized acrylic resin, nanocellulose, pineapple leaf fiber, surface roughness

PENDAHULUAN

Resin akrilik telah banyak digunakan di dalam dunia kedokteran gigi sejak tahun 1997.¹ Berdasarkan proses polimerisasi, resin akrilik diklasifikasikan menjadi tiga, yaitu resin akrilik polimerisasi panas, resin akrilik swa polimerisasi, dan resin akrilik polimerisasi sinar.² Resin akrilik polimerisasi panas (RAPP) adalah resin polimetil metakrilat yang dipolimerisasi menggunakan panas. RAPP memiliki karakteristik yang diinginkan yaitu sifat mekanis terdiri atas kekuatan tensil dan kekerasan yang optimal untuk dijadikan sebagai gigi tiruan. Selain itu, warna basis RAPP yang menyerupai gingiva membuat lebih estetik, metode pembuatan yang mudah, mudah diperbaiki dibandingkan dengan bahan lain, dan dapat diproduksi dengan alat yang sederhana.¹

Kekurangan dari RAPP yang sering ditemukan adalah mudah fraktur. Fraktur basis gigi tiruan dapat terjadi di luar mulut maupun di dalam mulut. RAPP mengalami berbagai macam daya dan tekanan, termasuk kompresi, tarik, geser, dan benturan, selama digunakan. Fraktur merupakan masalah umum pada gigi tiruan berbahan resin umumnya, terjatuh secara tidak sengaja, mengalami tekanan mastikasi berulang, dan adanya konsentrasi tegangan pada lekukan frenulum yang dalam.² Sebagian besar fraktur gigi tiruan terjadi di dalam mulut akibat kelemahan kelenturan resin.³ Sebagai contoh, lekukan labial yang dalam pada frenulum labial tinggi dapat menyebabkan patahnya gigi tiruan. Goresan yang dalam dan tegangan selama proses pembuatan juga dapat menyebabkan kerusakan gigi tiruan. Fakta bahwa masalah fraktur gigi tiruan penuh belum teratasi meskipun biaya perbaikan prosthesis meningkat setiap tahunnya.²

Ada beberapa cara yang dapat digunakan untuk meningkatkan sifat mekanis RAPP yaitu menambahkan bahan alternatif lain, seperti bahan kimia, penambahan bahan penguat *cross-linking agent*, *rubber particles*, dan penambahan bahan/material lain seperti bahan pengisi filler kimia nanopartikel yang sedang dikembangkan saat ini.⁴ Beberapa penelitian dilakukan untuk memodifikasi sifat mekanis RAPP yaitu dengan menambahkan serat. Serat terdiri dari dua jenis, yaitu serat sintetik dan non sintetik.

Selulosa adalah komponen karbohidrat berantai lurus dengan glukosa sebagai monomer penyusunnya, dimana terdapat ikatan hidrogen antar monomernya.⁵ Selulosa terdapat pada tumbuh-tumbuhan, misalnya tanaman tebu, jerami, nanas dan rotan. Serat selulosa sebagai matriks polimer telah berkembang pesat. Hal ini disebabkan kelebihan tumbuhan tersebut, seperti sifat mekanis yang baik, kepadatan yang rendah, biodegradasi, tidak beracun, dan termasuk kedalam sumber daya alam yang dapat diperbaharui.^{5,6} Tumbuhan yang dapat dimanfaatkan kandungan selulosa salah satunya adalah daun nanas.

Daun nanas mengandung sekitar 69,5-71,5% selulosa.⁷ Adanya senyawa-senyawa karbon seperti selulosa dan lignin yang terdapat didalam daun nanas, sehingga berpotensi untuk dijadikan sebagai bahan dasar adsorben.⁸ Serat daun nanas dapat menjadi alternatif yang meningkatkan kekuatan suatu ikatan. Kondisi rantai selulosa yang panjang dan berantai memiliki ikatan hidrogen yang cukup stabil dan dapat menghasilkan ukuran nanoselulosa melalui metode mekanis-kimiawi sehingga memiliki kestabilan termal dan peningkatan kristalinitas yang tinggi.⁵

Shafira,⁹ melakukan penelitian tentang pengaruh penambahan serat daun nanas terhadap kekuatan fleksural pada konsentrasi 1,5;1,8; dan 2%. Nilai optimum kekuatan fleksural adalah pada 1,5%. Namun, belum diketahui bagaimana pengaruh penambahan nanoselulosa terhadap kekasaran permukaan resin RAPP.⁹

Kekasaran permukaan merupakan salah satu sifat fisis dan merupakan salah satu ciri utama pembuatan gigi tiruan, dan mencerminkan ketidaksetaraan suatu permukaan.^{9,10} Basis akrilik berada dalam kontak langsung dengan jaringan mulut, dan tekstur permukaan basis yang tidak tepat dapat mempermudah penumpukan mikroorganisme. Tekstur permukaan gigi tiruan akrilik bergantung pada banyak faktor, seperti sisa monomer metil metakrilat, metode polimerisasi, siklus polimerisasi, lama penyimpanan dalam air, dan metode pembersihan gigi tiruan.^{11,12}

Beberapa penelitian menetapkan bahwa Ra (*Roughness average*) nilai kekasaran yang dapat diterima secara klinis untuk gigi tiruan adalah 0,2 μm .¹³ Craig dkk¹⁴ menyatakan kekasaran permukaan dapat mengganggu kondisi rongga mulut serta memicu pertumbuhan jamur *Candida albicans* dan terjadinya *denture stomatitis* pada pengguna gigi tiruan lepasan. Okmes dkk¹⁵ menyatakan permukaan yang halus pada basis adalah syarat untuk mencegah akumulasi plak serta terjadinya *denture stomatitis*. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh penambahan nanoselulosa serat daun nanas terhadap kekasaran permukaan pada basis RAPP dengan konsentrasi 1 dan 1,5%.

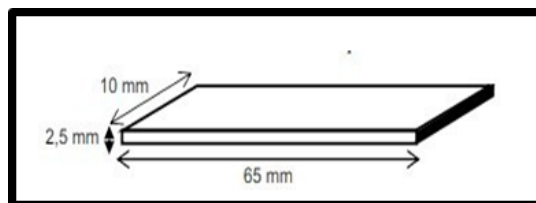
METODE

Metode penelitian ini adalah eksperimental laboratoris. Penelitian eksperimen adalah penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendalikan. Kondisi yang terkendalikan dimaksud adalah adanya hasil penelitian yang dikonversikan ke dalam angka-angka, untuk analisis digunakan analisis statistik.¹⁶

Desain penelitian yang digunakan adalah *post test only control group design*, desain sederhana dengan dua kelompok yang bertindak sebagai kontrol dan kelompok yang diberikan perlakuan. Setelah perlakuan selesai, maka dilakukan pengukuran terhadap kedua kelompok dan perbandingan hasil menunjukkan efek dari sebuah perlakuan.

Lokasi pembuatan sampel di uji Dental FKG USU dan ruang penelitian Prostodonsia. Lokasi pembuatan nanoselulosa serat daun nanas di Laboratorium Fitokimia Farmasi USU dan Laboratorium Terpadu USU. Lokasi mengukur besar partikel nanoselulosa dengan alat SEM di UPT Laboratorium Terpadu USU. Tempat pengujian sampel di Departemen Teknik Mesin USU. Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari–Maret 2023. Sampel penelitian yang digunakan adalah resin akrilik polimerisasi panas. Pengukuran nilai kekasaran permukaan menggunakan model induk yang dibuat dari logam kuningan dengan ukuran $65 \times 10 \times 2,5 \pm 0,5$ mm sesuai *International Standard Organization* No.1567 sebanyak 27 sampel (Gambar 1.).

Penentuan jumlah ini ditentukan dengan menggunakan metode Frederer dimana, menggunakan 3 kelompok yaitu kelompok kontrol (Kelompok A), kelompok dengan penambahan nanoselulosa serat daun nanas 1% (Kelompok B), dan kelompok dengan penambahan nanoselulosa serat daun nanas 1,5% (Kelompok C). Jumlah sampel minimal untuk setiap kelompok adalah sebanyak 8,5 dibulatkan menjadi 9 sampel.



Gambar 1. Bentuk dan Ukuran Sampel.¹

Penelitian diawali dengan pembuatan nanoselulosa serat daun nanas. Pertama, ekstraksi selulosa dengan membersihkan daun nanas, dikeringkan lalu dipotong-potong dengan ukuran ± 1 cm. Daun nanas yang sudah kering dihancurkan dengan *blender* dan disaring dengan mesh 40. Serat daun nanas direndam ke dalam 300 mL larutan NaOH 2% selama 2 jam menggunakan *hot plate thermostat*. Tahap ini disebut delignifikasi untuk menghilangkan lignin. Setelah itu campuran dicuci dan di-*bleaching* menggunakan NaOCl 10% (larutkan 200mL NaOCl dengan 100mL Aquades) selama 30 menit pada *hot plate thermostat*. Bilas untuk menghilangkan bau hipoklorit, dan keringkan dengan oven pada suhu 60°C, sehingga didapatkan selulosa kering. Nanoselulosa dihasilkan dengan metode mekanik menggunakan alat *ball-milling* selama satu jam dengan kecepatan putaran 1200 rpm.

Pembuatan *mold* dilakukan dengan mencampur 30 g gips dan 900mL air, aduk hingga homogen lalu tuang ke dalam kuvet bawah. Aplikasikan vaseline pada kuvet dan gips yang sudah mengeras. Model induk dari logam kuningan berukuran 65×10×2,5 mm ditanam ke dalam kuvet, kemudian isi kuvet bagian atas, pres dan diamkan selama 45 menit hingga mengeras. Setelah gips mengeras, model induk dapat dikeluarkan dari kuvet.

Pembuatan sampel basis gigi tiruan resin akrilik polimerisasi panas adalah polimer resin dan nanoselulosa dicampurkan ke dalam pot akrilik hingga homogen kemudian ditambahkan monomer dengan perbandingan 2 g:1 mL. Aduk secara perlahan hingga homogen dan tunggu adonan mencapai *dough stage*. Penambahan konsentrasi 1% dengan berat nanoselulosa adalah 0,05 gram, polymer resin 4,95 gram, dan 3mL monomer.

Penambahan konsentrasi 1,5% dengan berat nanoselulosa adalah 0,75 gram, *polymer resin* 4,25 gram, dan 3 mL monomer. Resin akrilik diletakkan ke dalam cetakan kuvet yang telah diaplikasikan *could mould seal*. Pres kuvet dengan alat pres hidrolik pada tekanan 1000 psi lalu buka kuvet dan bersihkan akrilik yang berlebih dengan lecron. Tutup kuvet dan pres kembali dengan tekanan 2200 psi, kemudian kunci kuvet.

Setelah itu, masukkan kuvet ke dalam *waterbath* dengan suhu dan waktu kuring 70°C selama 90 menit, kemudian suhu dinaikkan menjadi 100°C dan biarkan selama 30 menit. Kemudian, biarkan kuvet dingin hingga mencapai suhu ruangan. Keluarkan sampel dari kuvet dan rapikan bagian yang tajam menggunakan bur fraser. Sampel kemudian dibersihkan dan dihaluskan dengan menggunakan kertas pasir dengan ukuran 150, 400, 800, 1000, 1200 menggunakan *grinding* dan dipoles dengan *bur polish*.

Sampel diuji dengan alat Profilometer. Sampel diletakkan di bidang datar dan operator meletakkan *stylus* pada permukaan sampel kemudian *stylus* bergerak menelusuri secara horizontal. Pengukuran dilakukan sebanyak 3 kali pada sampel. lalu diambil nilai rata-rata. Setiap pengukuran dilakukan dengan memastikan alat profilometer dalam keadaan nol dan pada permukaan sampel yang sama untuk mendapatkan hasil yang akurat.

Setelah itu, dilakukan analisis data yaitu analisis univariat untuk mengetahui nilai rata-rata dan standar deviasi serta nilai minimum, maksimum, dan median kekasaran permukaan masing-masing kelompok. Uji Anova satu arah untuk mengetahui adanya perbedaan kekasaran permukaan basis gigi tiruan resin akrilik polimerisasi panas tanpa dan dengan penambahan nanoselulosa serat daun nanas. Selanjutnya, dilakukan Uji LSD tiruan resin akrilik polimerisasi panas tanpa dan dengan penambahan nanoselulosa serat daun nanas dengan konsentrasi 1 dan 1,5%.

HASIL

Hasil penelitian berdasarkan uji univariat nilai rerata dan standar deviasi pada Tabel 1 kekasaran permukaan basis resin akrilik polimerisasi panas tanpa nanoselulosa adalah $0,097 \pm 0,032 \mu\text{m}$, penambahan konsentrasi 1% nanoselulosa serat daun nanas adalah $0,174 \pm 0,010 \mu\text{m}$, dan penambahan konsentrasi 1,5% nanoselulosa serat daun nanas adalah $0,221 \pm 0,034 \mu\text{m}$. Uji normalitas data dilakukan menggunakan uji Shapiro-Wilk untuk mengetahui apakah data seluruh kelompok adalah normal.

Hasil uji normalitas data pada kelompok kontrol diperoleh tingkat signifikan $p=0,148$, kelompok konsentrasi 1% diperoleh tingkat signifikan $p=0,474$, dan kelompok konsentrasi 1,5% diperoleh tingkat signifikan $p=0,679$. Berdasarkan hasil uji normalitas tersebut, seluruh nilai diperoleh $p>0,05$, hal ini menunjukkan bahwa seluruh data berdistribusi normal.

Uji homogenitas data diperoleh menggunakan uji Levene, dengan nilai homogenitas 8,445 dan tingkat signifikansi $p=0,052$ ($p>0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa data yang diperoleh homogen. Dikarenakan data penelitian ini normal dan homogen, maka pengujian dilanjutkan menggunakan uji statistik Anova satu arah.

Tabel 1. Nilai kekasaran permukaan resin akrilik polimerisasi panas tanpa dan dengan penambahan nanoselulosa serat daun nanas 1 dan 1,5%

Kekasaran Permukaan (μm)			
No sampel	Tanpa penambahan nanoselulosa	Dengan penambahan 1%	Nanoselulosa 1,5%
1	0,071	0,178	0,185
2	0,121	0,166	0,228
3	0,058	0,193*	0,270**
4	0,133**	0,166	0,247
5	0,080	0,171	0,267
6	0,121	0,161	0,200
7	0,050*	0,179	0,169
8	0,126	0,178	0,221
9	0,111	0,170	0,199
$\bar{X} \pm \text{SD}$	$\bar{X} = 0,097$ $\text{SD} = 0,032$	$\bar{X} = 0,174$ $\text{SD} = 0,010$	$\bar{X} = 0,221$ $\text{SD} = 0,034$

Selanjutnya, berdasarkan hasil uji ANOVA (Tabel 2) satu arah didapatkan adanya pengaruh yang signifikan terhadap penambahan nanoselulosa serat daun nanas konsentrasi 1 dan 1,5% terhadap kekasaran permukaan basis gigi tiruan resin akrilik polimerisasi panas dengan nilai $p=0,001$ ($p<0,05$). Kemudian berdasarkan hasil uji LSD, menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara kelompok kontrol dengan kelompok nanoselulosa 1% dengan $p=0,001$ ($p<0,05$), kelompok kontrol dengan kelompok penambahan nanoselulosa 1,5%

dengan $p=0,0001$ ($p<0,05$), dan kelompok nanoselulosa 1% dengan kelompok nanoselulosa 1,5% dengan $p=0,0001$ ($p<0,05$).

Tabel 2. Perbedaan kekasaran permukaan basis gigi tiruan resin akrilik polimerisasi panas tanpa dan dengan penambahan nanoselulosa serat daun nanas 1% dan 1,5% berdasarkan uji Anova satu arah

Kekasaran permukaan(μm)			
Kelompok	n	$\bar{X} \pm \text{SD}$	p-value
A	9	0,097 $\pm$ 0,032	0,0001
B	9	0,174 $\pm$ 0,010	
C	9	0,221 $\pm$ 0,036	

Keterangan: *= Signifikan ($p<0,05$); A: tanpa nanoselulosa; B: nanoselulosa serat daun nanas 1%; C: nanoselulosa serat daun nanas 1,5%

Perbedaan penambahan nanoselulosa serat daun nanas 1 dan 1,5% pada bahan basis gigi tiruan RAPP terhadap kekasaran permukaan dapat dievaluasi dengan uji LSD (*Least Significant Different*). Berdasarkan uji LSD dapat terlihat perbedaan pengaruh terhadap kekasaran permukaan RAPP antara kelompok tanpa penambahan nanoselulosa serat daun nanas dengan kelompok dengan penambahan nanoselulosa serat daun nanas 1% dengan nilai $p=0,001$ ($p<0,05$). Terdapat pengaruh terhadap kekasaran permukaan RAPP antara kelompok tanpa penambahan nanoselulosa serat daun nanas dengan kelompok dengan penambahan nanoselulosa serat daun nanas 1,5% dengan nilai $p=0,0001$ ($p<0,05$), dan antara kelompok dengan penambahan nanoselulosa serat daun nanas 1 dan 1,5% dengan nilai $p=0,0001$ ($p<0,05$).

Tabel 3. Nilai perbedaan kekasaran permukaan basis RAPP dengan dan tanpa penambahan nanoselulosa serat daun nanas 1 dan 1,5% berdasarkan uji LSD

Kekasaran permukaan(μm)		
Kelompok	Selisih rerata	p-value
A-B	0,0768	0,0001*
A-C	0,1239	0,0001*
B-C	0,0471	0,0020*

Keterangan: *= Signifikan ($p<0,05$); A: tanpa nanoselulosa; B: nanoselulosa serat daun nanas 1%; C: nanoselulosa serat daun nanas 1,5%

PEMBAHASAN

Setiap sampel dari ketiga kelompok mempunyai nilai kekasaran permukaan yang bervariasi. Hal ini juga sejalan dengan penelitian Selma dkk yang meneliti penambahan nanoselulosa sekam padi terhadap RAPP mendapatkan nilai rerata kekasaran permukaan yang tertinggi adalah pada konsentrasi 5% dan terendah pada kelompok kontrol.¹⁷ Hal ini dapat disebabkan dari proses pencampuran bubuk resin dan nanoselulosa yang kurang sempurna mengakibatkan adanya partikel-partikel nanoselulosa yang tidak terdistribusi secara menyeluruh. Selain itu, faktor-faktor yang tidak terkontrol seperti terperangkapnya udara di dalam matriks bahan basis gigi tiruan RAPP sehingga terbentuknya porositas yang dapat memengaruhi kekasaran permukaan RAPP.

Penyebab lain dapat disebabkan oleh tekanan yang tidak terkontrol yang diberikan pada sampel saat dilakukan *finishing* dan *polishing* menggunakan alat *rotary grinder* dan secara manual. Adanya perbedaan tekanan akan mengakibatkan terbentuknya permukaan yang kurang rata seperti puncak dan lembah. Apabila tekanan diberikan kecil, maka pengikisan pada permukaan sampel tidak terjadi secara menyeluruh dan sebaliknya.

Hal ini dapat memengaruhi kekasaran permukaan pada sampel. Pengerjaan sampel untuk setiap kelompok tidak dapat dilakukan sekaligus dalam waktu yang bersamaan. Setiap kuvet hanya dapat dihasilkan 3 buah sampel, sehingga pada proses packing dapat terjadi perbedaan kualitas sampel yang dihasilkan. Kelebihan bahan basis gigi tiruan RAPP pada waktu pres dapat menyebabkan kemungkinan ikut terbang lebih banyak kandungan nanoselulosa yang terdapat pada basis gigi tiruan RAPP.

Hasil uji Anova satu arah menunjukkan signifikansi dengan nilai $p=0,0001$ ($p<0,05$). Hasil ini sejalan dengan penelitian Selma dkk, mendapatkan perbedaan bermakna antara kekasaran permukaan dalam seluruh kelompok dengan ($p<0,05$).¹⁷ Hal ini menunjukkan ada pengaruh penambahan nanoselulosa serat daun nanas 1 dan 1,5% terhadap kekasaran permukaan pada basis gigi tiruan resin akrilik polimerisasi panas. Nanoselulosa memiliki struktur kristalinitas, aspek rasio, dispersi dan luas permukaan yang besar serta memiliki kekuatan tarik dan kekasaran permukaan yang tinggi. Jenis ikatan polimer pada RAPP merupakan ikatan lurus. Ketidakstabilan ikatan RAPP akan memengaruhi sifat fisis dan mekanismenya.

Struktur nanoselulosa terdiri dari gugus hidroksil akan mengikat pada matriks RAPP dapat meningkatkan kestabilan rantai polimer. Hal ini sejalan dengan penelitian Wisnu dkk.¹⁸ menyatakan bahwa kandungan gugus hidroksil (OH^-) yang dimiliki nanoselulosa membentuk ikatan hidrogen intra atau antar molekul satu sama lain karena sifat nanopartikel yang memiliki luas penampang besar dan energi permukaan yang tinggi sehingga meningkatkan kestabilan rantai polimer resin.

Selulosa berikatan dengan gugus (Na^-), sedangkan gugus (H^-) berikatan dengan gugus (OH^-), memberi keuntungan bagi perlekatan antara serat daun nanas dan matriks polimer dengan mengisi celah kosong sehingga terjadi peningkatan kekuatan pada matriks yang terbentuk karena pembentukan *cross-link* atau ikatan supra molekuler yang menutupi dan mengisi celah kosong pada matriks.¹⁸ Oleh itu, penambahan nanoselulosa serat daun nanas dapat meningkatkan sifat mekanis RAPP dan menghasilkan permukaan sampel yang halus karena proses *interfacial bonding*.²¹ Selain itu, terjadi homogenitas yang baik antara bahan pati dengan nanoselulosa, sehingga penyebaran selulosa lebih merata dan menghasilkan permukaan sampel RAPP yang baik.²⁰

Maryanti,¹⁹ membuktikan bahwa resin berbahan dasar serat yang perlakuan perendaman dengan NaOH mempunyai kelebihan yang lebih banyak berbanding tanpa perlakuan delignifikasi, karena ikatan antara resin dan serat tanpa delignifikasi menjadi tidak sempurna karena terhalang oleh lapisan lilin pada permukaan serat.¹⁹ NaOH adalah bahan utama alkalisasi yang memecah ikatan hidrogen pada selulosa. Delignifikasi dapat memberikan keuntungan bagi perlekatan antara matriks dan nanoselulosa sehingga distribusi nanoselulosa lebih merata dan lebih banyak ikatan yang terbentuk pada matriks dapat menghasilkan sifat fisis dan mekanis RAPP yang lebih baik.

Hasil uji LSD pada Tabel 3 menunjukkan adanya perbedaan nilai kekasaran permukaan yang signifikan ($p<0,05$) antara kelompok tanpa dan dengan penambahan nanoselulosa serat daun nanas 1% ($p=0,0001$) dan 1,5% ($p=0,001$). Kelompok penambahan nanoselulosa serat daun nanas 1% dengan 1,5% ($p=0,002$). Hasil ini sejalan dengan penelitian Irnawati yang meneliti tentang pengaruh penambahan nanopartikel zink oksida terhadap kekasaran permukaan PMMA, dimana analisis LSD menunjukkan perbedaan yang signifikan antara spesimen PMMA dengan penambahan ZnO NPs dan kelompok kontrol (0% ZnO NPs) ($p=0,001$). Namun, di antara kelompok yang mengandung ZnO NP, 2,5% dan 7,5% ditemukan perbedaan yang signifikan ($p=0,03$).²² Peningkatan

kekasaran permukaan terjadi seiring dengan penambahan konsentrasi nanoselulosa. Faktor yang dapat memengaruhi kekasaran permukaan adalah, adanya aglomerasi nanoselulosa pada permukaan sampel yang longgar terlepas saat proses *finishing* dan *polishing*. Aglomerasi adalah proses pembentukan dua partikel yang berbeda menjadi satu partikel yang baru. Aglomerasi permukaan dapat menyebabkan permukaan tidak rata sehingga meningkatkan kekasaran permukaan. Energi permukaan yang berbeda dan tinggi mengakibatkan pemutusan ikatan antarmolekul dan mengubah sifat fisis bahan baru,²¹ sehingga partikel yang tersebar tidak terdistribusi dengan sempurna dan memengaruhi kekasaran permukaan.²⁰

Selain itu, kuantitas serat juga harus diperhatikan yaitu volume serat yang optimal mampu berikatan dengan matriks dengan sempurna. Penambahan nanoselulosa yang berlebih dapat merusak ikatan antar matriks sehingga menurunkan distribusi nanoselulosa dan menurunkan homogenitas. Penurunan distribusi nanoselulosa dan homogenitas menyebabkan adanya celah antarpartikel sehingga meningkatkan kekasaran permukaan. Celah antarpartikel diakibatkan ukuran nanoselulosa menjadi lebih besar karena lebih aktif sehingga kemampuan mengisi celah matriks berkurang dan ikatan matriks dengan nanoselulosa menurun. Oleh itu, penambahan volume serat berlebihan tidak dapat mengikat dengan matriks secara sempurna akan mengakibatkan kekasaran permukaan pada RAPP.¹⁹

Kekurangan yang terdapat pada penelitian ini adalah adanya perbedaan tekanan yang tidak bisa dikendalikan selama proses pemolesan saat menggunakan *rotary grinder*. Konsentrasi yang digunakan pada penelitian ini juga besar perbedaannya dan dapat diteliti lebih lanjut menggunakan konsentrasi yang lebih kecil agar dapat diperoleh konsentrasi nanoselulosa yang mampu meningkatkan sifat mekanis dan mempunyai nilai kekasaran yang minimal. Kekurangan yang terdapat pada penelitian ini adalah adanya perbedaan tekanan yang tidak bisa dikendalikan selama proses pemolesan saat menggunakan *rotary grinder*. Konsentrasi yang digunakan pada penelitian ini juga besar perbedaannya dan dapat diteliti lebih lanjut menggunakan konsentrasi yang lebih kecil agar dapat diperoleh konsentrasi nanoselulosa yang mampu meningkatkan sifat mekanis dan mempunyai nilai kekasaran yang minimal. Penelitian ini hanya meneliti satu sifat RAPP saja, sedangkan sebaiknya dilakukan beberapa sifat/variabel yang lain untuk mendapatkan basis gigi tiruan yang ideal apabila ditambahkan bahan penguat nanoselulosa serat daun nanas.

Keterbatasan dari penelitian ini, peneliti menggunakan profilometer. Profilometer kontak hanya menghasilkan nilai kekasaran permukaan, sehingga peneliti tidak mengetahui tampilan permukaan dari sampel yang diuji, oleh karena itu perlu penggunaan SEM agar mendapatkan tampilan kekasaran permukaan sampel serta menambah keakuratan nilai kekasaran permukaan.

SIMPULAN

Terdapat perbedaan nilai kekasaran permukaan basis gigi tiruan resin akrilik polimerisasi panas tanpa dan dengan penambahan nanoselulosa serat daun nanas 1% dan 1,5%. Implikasi penelitian ini adalah konsentrasi 1% merupakan tingkat konsentrasi paling baik yang ditambahkan pada bahan basis gigi tiruan RAPP terhadap kekasaran permukaan sehingga mampu meningkatkan sifat mekanis RAPP dan mendapatkan sifat fisis sesuai standar.

Kontribusi Penulis: "Konseptualisasi, W.S dan I.I.; metodologi, W.S.; perangkat lunak, I.I.; validasi, W.S. dan I.I.; analisis formal, W.S dan I.I.; investigasi, I.I.; sumber daya, W.S. dan I.I.; kurasi data, W.S.; penulisan penyusunan draft awal, X.X.; penulisan tinjauan dan penyuntingan, X.X.; visualisasi,

X.X.; supervisi, I.I.; administrasi proyek, I.I.; perolehan pendanaan, I.I. 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 USU No. 1022/KEPK/USU/2023

Pernyataan Persetujuan (Informed Consent): Penelitian ini tidak melibatkan manusia atau hewan

Pernyataan Ketersediaan Data: Ketersediaan data penelitian akan diberikan seijin semua peneliti melalui email korespondensi dengan memperhatikan etika dalam penelitian

Konflik Kepentingan: Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan

DAFTAR PUSTAKA

1. Rao DC, Kalavathy N, Mohammad HS, Hariprasad A, Kumar CR. Evaluation of the surface roughness of three heat-cured acrylic denture base resins with different conventional lathe polishing techniques: A comparative study. *J Indian Prosthodont Soc.* 2015 Oct 1;15(4):374-80. <https://doi.org/10.4103/0972-4052.164910>
2. Jubhari EH, Amalia R. Effect of immersion in green tea (*Camellia sinensis*) solution on the transverse strength of heat cured acrylic resin base. *Indonesian Journal of Prosthodontics.* 2024;5(2):160-164. <https://doi.org/10.46934/ijp.v5i2.273>
3. Singh K, Sharma SK, Negi P, Kumar M, Rajpurohit D, Khobre P: Comparative evaluation of flexural og heat polymerized denture base resin after reinforcement with glass fibres and nylon fibres: an in vitro study, *Adv Hum Bio.* 2016;6;91-4. <https://doi.org/10.4103/2321-8568.190315>
4. Porwal A, Khandelwal M, Punia V, Sharma V. Effect of denture cleansers on color stability, surface roughness, and hardness of different denture base resins. *J Indian Prosthodont Soc.* 2017 Jan 1;17(1):61-7. <https://doi.org/10.4103/0972-4052.197940>
5. Hammed HK, Rahman HA. The effect of addition nano particle ZrO₂ on some properties of autoclave processed heat cure acrylic denture base material. *J Bagh College Dent* 2015;27(1):32-9. <https://doi.org/10.12816/0015262>
6. Fatiasari W, Masruchin N, Hermiati E. *Selulosa, Karakteristik Dan Pemanfaatannya.* Buku., LIPI Press; Jakarta: 2019. h. 63.
7. Gunawan M, Lestari N. Preparation of hydrogel based on pineapple leaf cellulose microcrystalline (*ananas comosus* L. merr) with variation in glutaraldehyde volume. *J Indah Sains dan Klinis.* 2020 Dec 31;1(1):12-7. <https://doi.org/10.52622/jisk.v1i1.3>
8. Rusli R, Fatimah S, Gusti HI, Jumrah E. Potensi karbon aktif kulit nanas (*ananas comosus*) sebagai adsorben logam berat pb dengan perbandingan aktivator naoh dan hcl. *J kimia saintek dan pendidikan.* 2025 Jul 16;9(1):10-8. <https://doi.org/10.51544/kimia.v9i1.6078>
9. Asim M, Abdan K, Jawaaid M, Nasir M, Dashtizadeh Z, Ishak MR, Hoque ME. A review on pineapple leaves fibre and its composites. *Inter J Polymer Scie.* 2015;2015(1):1-16.950567. <https://doi.org/10.1155/2015/950567>
10. Wirayuni KA, Saputra IMHD. Immersion of heat polymerized acrylic resin dental base in arak bali against surface roughness : perendaman basis gigi tiruan resin akrilik polimerisasi panas dalam minuman arak bali terhadap kekasaran permukaan. *Interdental J Ked Gi (IJKG).* 2021;17(1):22–26. <https://doi.org/10.46862/interdental.v17i1.2051>
11. Rukmana L, Adrian N. Pengaruh metode pembersihan kombinasi terhadap kekasaran Basis gigi tiruan akrilik. *Jurnal Kedokteran Gigi Terpadu.* 2022 Aug 2;4(1). <https://doi.org/10.25105/jkgt.v4i1.14278>
12. Sharma P, Garg S, Kalra NM. Effect of denture cleansers on surface roughness and flexural strength of heat cure denture base resin-an in vitro study. *J Clinical diagnos Res: JCDR.* 2017;11(8):ZC94. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2017/27307.10483>
13. 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 Univ Padj.* 2023;35(3):230-7. <https://doi.org/10.24198/jkq.v35i3.47990>
14. Silva WJ, Gonçalves LM, Viu FC, Leal CM B, Barbosa CMR, Del Bel Cury AA. Surface roughness influences *Candida albicans* biofilm formation on denture materials. *Rev Odonto Cienc.* 2016;31(2):54-58. <https://doi.org/10.15448/1980-6523.2016.2.15324>
15. Fadriyanti O, Alamsyah Y, Rabianti D. Evaluasi pemakaian denture adhesive pada gigi tiruan lengkap resin akrilik: Scoping Review. *Menara Ilmu.* 2022;16(2):55-62. <https://doi.org/10.31869/mi.v16i2.3289>
16. Arib MF, Rahayu MS, Sidorj RA, Afgani MW. Experimental research dalam penelitian pendidikan. *Innovative: J Soc Scie Res.* 2024 Jan 22;4(1):5497-511. <https://doi.org/10.31004/innovative.v4i1.8468>
17. Selma JR, Setiadi WL, Rinawati S. Penambahan nanoselulosa sekam padi terhadap kekasaran permukaan basis gigi tiruan resin akrilik polimerisasi panas. *Maj Ked Gi Insisiva,* 2021;10(2):45-50. <https://doi.org/10.18196/di.v10i2.12309>
18. Riyadi W, Purasasmita BS, Imam DN. Penambahan nanoselulosa sekam padi terhadap kekuatan fleksural basis gigi tiruan resin akrilik polimerisasi panas. *E-Prodenta J Dent.* 2020;4(2):336-42. <https://doi.org/10.33476/ms.v2i1.1636>
19. Lismeri L, Irmalinda G, Darni Y, Herdiana N. Aplikasi fiber selulosa dari limbah batang ubi kayu sebagai film komposit berbasis Low Density Polyethylene (LDPE). Yogyakarta: Prosiding Seminar Nasional Kulit, Karet, dan Plastik ke-7. 2018. p. 69- 82.
20. Ashraf MA, Peng W, Zare Y, Rhee KY. Effects of size and aggregation/agglomeration of nanoparticles on the interfacial/interphase properties and tensile strength of polymer nanocomposites. *Nanoscale research letters.* 2018;13:1-7. <https://doi.org/10.1186/s11671-018-2624-0>
21. Deng F, Li MC, Ge X, Zhang Y, Cho UR. Cellulose nanocrystals/poly (methyl methacrylate) nanocompositesfilms: effect of preparation method and loading on the optical, thermal, mechanical, and gas barrier properties. *Polymer Composites* 2015;2(1):1-10. <https://doi.org/10.1002/pc.23875>
22. Irnawati D, Widjijono, Sunarintyas S. Effect of zinc oxide nanoparticles on optical characteristics and surface roughness of polymethyl methacrylate. *J Int Dent Med Res.* 2025;18(1):34-40.