

Pengaruh Penambahan *Powder* Kitosan *Scylla olivacea* terhadap Porositas dan Ukuran Pori Basis Gigi Tiruan Akrilik *Heat Cured*

Dena Mustika Sari¹, Anindita Apsari^{2*}, Kristanti Parisihni³, Vivin Ariestania⁴, Widaningsih⁵,
Meinar Nur Ashrin⁶, Rizko Wira Artha Megantara⁷

¹ Mahasiswa Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Hang Tuah, Yogyakarta, Indonesia

^{2,4,5,6,7} Departemen Prostodonsia, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Hang Tuah, Yogyakarta, Indonesia

³ Departemen Biologi Oral, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Hang Tuah, Yogyakarta, Indonesia

ABSTRAK

Penambahan kitosan dari cangkang kepiting bakau jingga (*Scylla olivacea*) berpotensi digunakan sebagai filler untuk memperbaiki karakteristik resin akrilik. Tujuan penelitian adalah menganalisis pengaruh penambahan powder kitosan cangkang kepiting bakau jingga terhadap porositas dan ukuran pori basis gigi tiruan resin akrilik heat cured. Penelitian menggunakan desain true experimental laboratory dengan post-test only control group design. Sebanyak 18 spesimen resin akrilik heat cured dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu kontrol tanpa kitosan, kelompok kitosan 0.26%, dan kelompok kitosan 0.52%. Porositas diukur menggunakan metode perbedaan massa kering dan massa basah setelah perendaman aquadest, sedangkan ukuran pori diamati secara deskriptif menggunakan Scanning Electron Microscope (SEM). Data porositas dianalisis menggunakan uji Shapiro-Wilk, Levene Test, One-Way ANOVA, dan Post Hoc LSD pada tingkat kemaknaan 5%. Rerata porositas kelompok kontrol, kitosan 0.26%, dan kitosan 0.52% berturut-turut adalah $9.500 \pm 1.795\%$; $11.717 \pm 5.470\%$; dan $13.950 \pm 2.246\%$. Hasil uji One-Way ANOVA menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang bermakna antar kelompok ($p = 0.131$). Berdasarkan pengamatan SEM, rerata ukuran pori pada kelompok kontrol, kitosan 0.26%, dan kitosan 0.52% berturut-turut sebesar $6.88 \mu\text{m}$, $43.93 \mu\text{m}$, dan $74.57 \mu\text{m}$. Kesimpulan penelitian menunjukkan bahwa penambahan powder kitosan cangkang kepiting bakau jingga pada konsentrasi yang diteliti tidak berpengaruh signifikan terhadap porositas basis gigi tiruan resin akrilik heat cured, sedangkan hasil pengamatan SEM menunjukkan kecenderungan peningkatan ukuran pori seiring meningkatnya konsentrasi kitosan.

Kata Kunci: Basis Gigi Tiruan, Kitosan, Porositas, Resin Akrilik Heat Cured, Ukuran Pori

ABSTRACT

The addition of chitosan derived from orange mud crab (*Scylla olivacea*) shells has the potential to serve as a filler to improve the characteristics of heat-cured acrylic resin. This study aimed to analyze the effect of adding orange mud crab shell chitosan powder on the porosity and pore size of heat-cured acrylic resin denture bases. This study employed a true experimental laboratory design with a post-test only control group design. A total of 18 heat-cured acrylic resin specimens were divided into three groups: a control group without chitosan, a 0.26% chitosan group, and a 0.52% chitosan group. Porosity was measured using the difference between dry mass and wet mass after immersion in distilled water, whereas pore size was descriptively observed using Scanning Electron Microscopy (SEM). Porosity data were analyzed using the Shapiro-Wilk test, Levene's test, One-Way ANOVA, and the Least Significant Difference (LSD) post hoc test at a significance level of 5%. The mean porosity values of the control, 0.26% chitosan, and 0.52% chitosan groups were $9.500 \pm 1.795\%$, $11.717 \pm 5.470\%$, and $13.950 \pm 2.246\%$, respectively. One-Way ANOVA showed no statistically significant differences among the groups ($p = 0.131$). Based on SEM observations, the mean pore sizes of the control, 0.26% chitosan, and 0.52% chitosan groups were $6.88 \mu\text{m}$, $43.93 \mu\text{m}$, and $74.57 \mu\text{m}$, respectively. The findings indicate that the addition of orange mud crab shell chitosan powder at the investigated concentrations had no significant effect on the porosity of heat-cured acrylic resin, whereas SEM observations demonstrated a tendency toward increased pore size with increasing chitosan concentration.

Keywords: Chitosan, Heat-Cured Acrylic Resin, Denture Base, Pore Size, Porosity

Koresponden:

Nama : Anindita Apsari
Alamat : Jln. Arif Rahman Hakim 150, Sukolilo, Surabaya
Hp : 081554919113
e-mail : anindita.apsari@hangtuah.ac.id

PENDAHULUAN

Kehilangan gigi masih menjadi salah satu masalah kesehatan gigi dan mulut yang banyak ditemukan pada berbagai kelompok usia, terutama pada individu dewasa dan lanjut usia. Kehilangan gigi tidak hanya menyebabkan terganggunya fungsi mastikasi, tetapi juga memengaruhi kemampuan berbicara, estetika wajah, serta kualitas hidup seseorang secara keseluruhan [1]. Kondisi edentulous yang tidak ditangani dengan baik dapat mengakibatkan perubahan struktur jaringan rongga mulut, penurunan status gizi akibat keterbatasan mengunyah makanan, serta gangguan psikososial karena menurunnya kepercayaan diri. Oleh karena itu, penggunaan gigi tiruan menjadi salah satu pilihan rehabilitasi yang paling banyak digunakan untuk mengembalikan fungsi stomatognatik dan meningkatkan kualitas hidup pasien [2]. Dalam praktik kedokteran gigi, gigi tiruan lepasan masih menjadi pilihan yang relatif ekonomis, mudah dibuat, dan dapat diaplikasikan pada berbagai kondisi kehilangan gigi dibandingkan dengan perawatan berbasis implan yang memerlukan biaya lebih tinggi. Basis gigi tiruan merupakan komponen utama yang berfungsi sebagai penopang elemen gigi tiruan sekaligus mendistribusikan tekanan mastikasi ke jaringan pendukung. Oleh sebab itu, kualitas material basis gigi tiruan menjadi faktor penting yang menentukan keberhasilan jangka panjang penggunaan gigi tiruan [3].

Resin akrilik polimerisasi panas (heat cured acrylic resin) hingga saat ini masih menjadi bahan yang paling banyak digunakan sebagai basis gigi tiruan karena memiliki berbagai keunggulan, antara lain biokompatibilitas yang baik, warna yang menyerupai jaringan gingiva, kemudahan manipulasi, biaya yang relatif rendah, serta kemampuan reparasi yang mudah apabila terjadi kerusakan [4]. Namun demikian, material ini memiliki beberapa keterbatasan, salah satunya adalah terbentuknya porositas selama proses polimerisasi. Porositas merupakan adanya rongga atau celah mikroskopis pada matriks resin yang dapat terjadi akibat penguapan monomer sisa, ketidakseimbangan rasio bubuk dan cairan, teknik pencampuran yang kurang homogen, maupun proses pemanasan yang tidak optimal [5]. Keberadaan porositas dapat menurunkan sifat mekanik material seperti kekuatan transversal, kekuatan impak, dan ketahanan terhadap fraktur. Selain itu, porositas juga meningkatkan kekasaran permukaan sehingga memudahkan akumulasi plak, kolonisasi mikroorganisme, perubahan warna, absorpsi cairan, serta menurunkan kenyamanan dan umur pakai gigi tiruan. Oleh karena itu, berbagai penelitian terus dilakukan untuk meningkatkan karakteristik fisik resin akrilik melalui modifikasi material, termasuk penambahan berbagai jenis filler alami maupun sintetik.

Secara global, kehilangan gigi masih menjadi masalah kesehatan masyarakat yang signifikan. Organisasi kesehatan dunia melaporkan bahwa ratusan juta penduduk dunia mengalami kehilangan gigi sebagian maupun seluruhnya, dengan prevalensi yang meningkat seiring bertambahnya usia. Kondisi ini menyebabkan kebutuhan terhadap penggunaan gigi tiruan terus meningkat setiap tahun [6]. Di Indonesia, masalah kehilangan gigi juga masih cukup tinggi dan menjadi salah satu alasan utama masyarakat mencari perawatan prostodontik. Hasil survei kesehatan nasional menunjukkan bahwa proporsi kehilangan gigi meningkat pada kelompok usia dewasa dan lanjut usia, sehingga kebutuhan akan bahan basis gigi tiruan yang berkualitas semakin penting [7]. Di sisi lain, berbagai laboratorium pendidikan dan pelayanan kedokteran gigi di Indonesia, termasuk yang menjadi lokasi penelitian ini, masih banyak menggunakan resin akrilik heat cured sebagai material utama pembuatan basis gigi tiruan karena pertimbangan biaya dan ketersediaan bahan. Tingginya penggunaan material ini menyebabkan berbagai permasalahan yang berkaitan dengan sifat fisiknya, khususnya porositas dan ukuran pori, menjadi isu yang perlu mendapatkan perhatian lebih lanjut agar kualitas pelayanan prostodontik dapat terus ditingkatkan [8,9].

Upaya perbaikan sifat fisik resin akrilik telah banyak dilakukan melalui penambahan filler, baik berupa nanopartikel keramik, hidroksiapatit, silika, serat kaca, maupun biomaterial alami. Salah satu biomaterial yang mulai banyak dikembangkan adalah kitosan, yaitu polisakarida hasil deasetilasi kitin yang banyak ditemukan pada limbah cangkang hewan laut seperti udang, kerang, dan kepiting. Kitosan memiliki sifat biokompatibel, biodegradable, tidak toksik, serta memiliki gugus aktif yang mampu berinteraksi dengan berbagai matriks

polimer. Cangkang kepiting bakau jingga (*Scylla olivacea*) diketahui mengandung kitin dalam jumlah cukup tinggi yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber kitosan. Pemanfaatan limbah cangkang kepiting sebagai bahan penguat material kedokteran gigi tidak hanya berpotensi meningkatkan nilai ekonomi limbah perikanan, tetapi juga mendukung konsep biomaterial berkelanjutan yang ramah lingkungan. Analisis Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) pada penelitian sebelumnya menunjukkan adanya interaksi antara gugus karbonil resin akrilik dengan gugus reaktif kitosan yang berpotensi meningkatkan sifat mekanik material [10,11].

Meskipun demikian, hasil penelitian yang tersedia masih menunjukkan inkonsistensi. Beberapa penelitian melaporkan bahwa penambahan kitosan atau nanokitosan mampu meningkatkan kekuatan transversal dan karakteristik mekanik resin akrilik. Penelitian Nugraheny menunjukkan bahwa konsentrasi nanokitosan 0,26% dapat meningkatkan kekuatan transversal resin akrilik secara bermakna. Namun, peningkatan kekuatan mekanik tidak selalu berbanding lurus dengan perbaikan struktur mikro material. Sebagian besar penelitian terdahulu lebih berfokus pada aspek kekuatan transversal, kekuatan impak, aktivitas antibakteri, maupun sifat biologis resin akrilik, sedangkan informasi mengenai pengaruh penambahan kitosan terhadap porositas dan ukuran pori masih sangat terbatas. Selain itu, penelitian yang menggunakan sumber kitosan dari cangkang kepiting bakau jingga (*Scylla olivacea*) juga masih jarang ditemukan. Variasi konsentrasi kitosan yang digunakan pada penelitian sebelumnya umumnya belum mengevaluasi secara spesifik perubahan struktur pori melalui kombinasi pengukuran porositas dan analisis morfologi menggunakan Scanning Electron Microscope (SEM). Kondisi tersebut menyebabkan masih belum jelas apakah penambahan kitosan benar-benar mampu memperbaiki kualitas mikrostruktur resin akrilik atau justru meningkatkan terbentuknya porositas akibat fenomena aglomerasi partikel dan ketidakhomogenan campuran.

Kajian mengenai porositas dan ukuran pori memiliki nilai penting karena kedua parameter tersebut berhubungan langsung dengan performa klinis basis gigi tiruan. Porositas yang tinggi dapat mempercepat penyerapan cairan, meningkatkan retensi mikroorganisme, serta menurunkan ketahanan material terhadap beban mastikasi. Selain itu, ukuran pori yang besar dapat menjadi titik awal terjadinya propagasi retakan yang pada akhirnya menyebabkan fraktur basis gigi tiruan. Oleh karena itu, evaluasi terhadap perubahan porositas dan ukuran pori akibat penambahan kitosan perlu dilakukan secara komprehensif. Penelitian ini menawarkan pendekatan yang berbeda dengan mengombinasikan pemanfaatan kitosan yang berasal dari limbah cangkang kepiting bakau jingga sebagai filler alami pada resin akrilik heat cured, penggunaan dua konsentrasi kitosan yaitu 0,26% dan 0,52%, serta evaluasi tidak hanya pada persentase porositas tetapi juga karakteristik ukuran pori melalui analisis SEM. Pendekatan tersebut diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai hubungan antara penambahan kitosan, distribusi pori, dan kualitas mikrostruktur resin akrilik sebagai bahan basis gigi tiruan.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan powder kitosan yang berasal dari cangkang kepiting bakau jingga (*Scylla olivacea*) terhadap porositas dan ukuran pori basis gigi tiruan resin akrilik heat cured. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan biomaterial kedokteran gigi berbasis sumber daya alam lokal serta menjadi dasar bagi pengembangan bahan basis gigi tiruan yang memiliki karakteristik fisik lebih baik. Secara praktis, temuan penelitian ini dapat menjadi referensi bagi klinisi, akademisi, dan industri material kedokteran gigi dalam pemanfaatan kitosan sebagai bahan penguat resin akrilik. Hipotesis penelitian ini adalah terdapat pengaruh penambahan powder kitosan cangkang kepiting bakau jingga (*Scylla olivacea*) dengan konsentrasi 0,26% dan 0,52% terhadap porositas dan ukuran pori basis gigi tiruan resin akrilik heat cured dibandingkan dengan kelompok tanpa penambahan kitosan.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorium murni (*true experimental laboratory study*) dengan rancangan *post-test only control group design*. Desain ini dipilih karena seluruh spesimen diberikan perlakuan yang berbeda sesuai kelompok penelitian dan dilakukan pengukuran hasil hanya setelah proses perlakuan selesai tanpa pengukuran awal. Penelitian bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh penambahan powder kitosan yang berasal dari cangkang kepiting bakau jingga (*Scylla olivacea*) terhadap porositas dan ukuran pori basis gigi tiruan resin akrilik polimerisasi panas (*heat cured acrylic resin*). Variabel bebas dalam penelitian ini adalah konsentrasi powder kitosan yang ditambahkan ke dalam resin akrilik, yaitu 0% (kelompok kontrol), 0,26% (kelompok perlakuan 1), dan 0,52% (kelompok perlakuan 2). Variabel terikat meliputi persentase porositas dan ukuran pori resin akrilik. Variabel yang dikendalikan meliputi ukuran spesimen, jenis resin akrilik, rasio pencampuran bubuk dan cairan, metode polimerisasi, suhu polimerisasi, lama polimerisasi, waktu perendaman, jenis media perendaman, serta prosedur pengukuran. Faktor perancu potensial yang dapat memengaruhi hasil penelitian antara lain homogenitas pencampuran powder kitosan dengan resin akrilik, ukuran partikel kitosan, kadar air kitosan, derajat deasetilasi kitosan, serta kemungkinan terjadinya aglomerasi partikel selama proses pencampuran. Untuk meminimalkan pengaruh faktor tersebut, seluruh prosedur pembuatan spesimen dilakukan oleh operator yang sama dengan menggunakan bahan dan prosedur standar yang seragam pada seluruh kelompok.

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Biomedik Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hang Tuah Surabaya dan Laboratorium Scanning Electron Microscope (SEM) yang memiliki fasilitas karakterisasi mikrostruktur material. Seluruh tahapan penelitian, mulai dari pembuatan spesimen, proses polimerisasi, pengukuran porositas, hingga analisis morfologi pori dilakukan selama periode penelitian yang telah ditetapkan setelah memperoleh persetujuan dari institusi terkait. Lingkungan laboratorium dijaga dalam kondisi terkendali untuk meminimalkan variasi suhu dan kelembapan yang dapat memengaruhi proses polimerisasi resin akrilik.

Populasi target penelitian adalah seluruh basis gigi tiruan yang terbuat dari resin akrilik polimerisasi panas. Populasi terjangkau adalah spesimen resin akrilik heat cured berbentuk lempeng yang dibuat di laboratorium penelitian. Unit analisis dalam penelitian ini adalah spesimen resin akrilik heat cured berukuran $65 \times 10 \times 2,5$ mm sesuai standar pengujian sifat fisik resin akrilik. Kriteria inklusi meliputi spesimen yang memiliki ukuran sesuai standar, tidak mengalami deformasi selama proses pembuatan, tidak terdapat retakan makroskopis, serta berhasil melalui seluruh tahapan polimerisasi. Kriteria eksklusi meliputi spesimen yang mengalami kerusakan selama proses pelepasan dari cetakan, mengalami kontaminasi, atau menunjukkan cacat visual yang dapat memengaruhi hasil pengukuran. Kriteria drop out adalah spesimen yang rusak selama proses pengujian atau tidak dapat dilakukan pengukuran hingga selesai.

Penentuan jumlah sampel dilakukan berdasarkan rekomendasi penelitian eksperimental laboratorium menggunakan rumus Federer, yaitu $(t-1)(n-1) \geq 15$, dengan t menunjukkan jumlah kelompok perlakuan dan n menunjukkan jumlah sampel setiap kelompok. Dengan tiga kelompok penelitian, diperoleh kebutuhan minimal enam spesimen pada setiap kelompok sehingga jumlah total sampel adalah 18 spesimen. Teknik pengambilan sampel dilakukan menggunakan *simple random allocation*, yaitu seluruh spesimen yang memenuhi kriteria dimasukkan ke dalam kelompok kontrol, kelompok perlakuan 0,26%, dan kelompok perlakuan 0,52% secara acak sehingga setiap spesimen memiliki peluang yang sama untuk masuk ke salah satu kelompok penelitian.

Bahan utama penelitian terdiri atas resin akrilik polimerisasi panas dan powder kitosan yang diperoleh dari cangkang kepiting bakau jingga (*Scylla olivacea*). Powder kitosan yang digunakan memiliki karakteristik ukuran partikel rata-rata sekitar $93,24 \mu\text{m}$ dengan derajat deasetilasi lebih dari 70%, yang memenuhi syarat sebagai bahan kitosan untuk aplikasi biomaterial kedokteran gigi. Resin akrilik dicampurkan dengan powder kitosan sesuai konsentrasi yang telah ditentukan, kemudian dilakukan proses pengadukan hingga mencapai fase

dough stage. Campuran dimasukkan ke dalam mould logam berukuran $65 \times 10 \times 2,5$ mm, dilakukan pengepresan, dan dipolimerisasi menggunakan metode *water bath heat curing* sesuai petunjuk pabrik. Setelah proses polimerisasi selesai, spesimen dikeluarkan dari cetakan, dilakukan finishing dan polishing ringan, kemudian disimpan pada suhu ruang sebelum dilakukan pengujian.

Luaran utama (*primary outcome*) penelitian adalah persentase porositas resin akrilik heat cured. Porositas didefinisikan sebagai persentase volume rongga atau ruang kosong dalam spesimen resin akrilik yang dihitung berdasarkan perbedaan massa kering dan massa basah setelah perendaman dalam aquadest. Pengukuran dilakukan menggunakan timbangan analitik digital dengan ketelitian 0,0001 gram yang telah dikalibrasi sebelum digunakan. Setiap spesimen ditimbang dalam kondisi kering untuk memperoleh massa kering (*dry mass*), kemudian direndam dalam aquadest selama 24 jam pada suhu ruang dan ditimbang kembali untuk memperoleh massa basah (*wet mass*). Persentase porositas dihitung menggunakan rumus standar pengukuran porositas material berbasis metode absorpsi air sebagaimana digunakan pada penelitian terdahulu mengenai resin akrilik kedokteran gigi. Pengukuran dilakukan oleh peneliti yang sama untuk seluruh kelompok guna menjaga konsistensi metode penilaian.

Luaran sekunder (*secondary outcome*) adalah ukuran pori resin akrilik yang diamati menggunakan Scanning Electron Microscope (SEM). Pemeriksaan SEM dilakukan untuk mengidentifikasi morfologi permukaan dan mengukur diameter pori pada setiap spesimen. Sebelum pengamatan, spesimen dipersiapkan sesuai protokol SEM melalui proses pembersihan dan pelapisan konduktif bila diperlukan. Citra SEM diperoleh pada perbesaran yang sama untuk seluruh kelompok agar memungkinkan perbandingan yang setara. Pada setiap spesimen, citra diambil dari beberapa lapang pandang yang telah ditentukan secara konsisten pada area permukaan spesimen yang representatif. Pengukuran diameter pori dilakukan terhadap pori-pori yang tampak jelas pada setiap lapang pandang menggunakan perangkat lunak analisis citra yang terintegrasi dengan sistem SEM. Nilai ukuran pori setiap spesimen diperoleh dari rerata hasil pengukuran seluruh pori yang dianalisis pada lapang pandang tersebut. Seluruh pengukuran dilakukan oleh satu operator yang sama untuk menjaga konsistensi hasil, dan pengukuran diulang untuk memastikan keterulangan (*repeatability*) sebelum nilai akhir ditetapkan. Ukuran pori dinyatakan dalam mikrometer (μm) berdasarkan hasil analisis citra digital. Penggunaan SEM sebagai instrumen evaluasi morfologi pori telah banyak digunakan dalam penelitian biomaterial kedokteran gigi dan merupakan metode yang tervalidasi untuk karakterisasi mikrostruktur material.

Sumber data penelitian berasal dari hasil pengukuran langsung terhadap spesimen laboratorium. Seluruh data dikumpulkan menggunakan lembar observasi terstruktur yang memuat identitas spesimen, kelompok perlakuan, massa kering, massa basah, nilai porositas, serta hasil pengukuran ukuran pori dari SEM. Metode pengukuran diterapkan secara identik pada seluruh kelompok penelitian untuk menjamin kesebandingan hasil. Kalibrasi alat dilakukan sebelum pengambilan data untuk meminimalkan kesalahan sistematis. Selain itu, operator yang melakukan pengukuran tidak dilibatkan dalam proses analisis statistik guna mengurangi potensi *observer bias*.

Upaya pengendalian bias dilakukan pada berbagai tahap penelitian. *Selection bias* diminimalkan melalui penggunaan spesimen dengan karakteristik yang seragam dan alokasi acak ke dalam kelompok penelitian. *Measurement bias* dikurangi melalui penggunaan instrumen yang telah dikalibrasi, prosedur pengukuran yang distandarkan, serta pelaksanaan pengukuran oleh operator yang sama. *Performance bias* diminimalkan dengan menggunakan bahan, metode pencampuran, dan kondisi polimerisasi yang identik pada seluruh kelompok. Untuk mengurangi kemungkinan bias akibat variasi lingkungan, seluruh prosedur laboratorium dilakukan pada kondisi suhu dan kelembapan yang relatif sama.

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan perangkat lunak IBM SPSS Statistics versi 25.0 atau versi terbaru yang tersedia. Analisis deskriptif dilakukan untuk menyajikan rerata, simpangan baku, nilai minimum, dan maksimum dari setiap variabel penelitian. Sebelum dilakukan analisis komparatif, data diuji normalitasnya

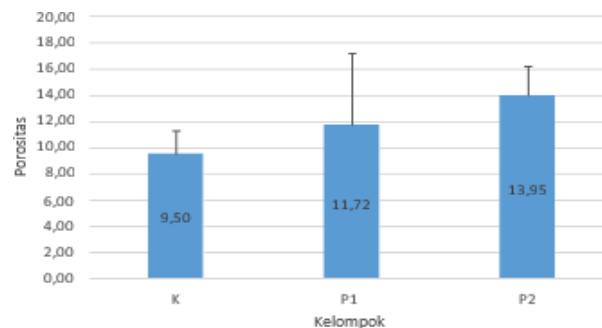
menggunakan uji Shapiro–Wilk dan homogenitas varians menggunakan uji Levene. Apabila data berdistribusi normal dan homogen, perbedaan rerata antar kelompok dianalisis menggunakan uji One-Way Analysis of Variance (ANOVA). Jika ditemukan perbedaan yang bermakna, analisis dilanjutkan dengan uji *post hoc* Least Significant Difference (LSD) untuk mengetahui kelompok yang berbeda secara signifikan. Seluruh pengujian statistik dilakukan dengan tingkat kepercayaan 95% dan batas kemaknaan statistik ditetapkan pada nilai $p < 0.05$.

HASIL

Tabel 1. Distribusi Sampel Penelitian Berdasarkan Kelompok Perlakuan

Kelompok	Perlakuan	n
K	Resin akrilik heat cured tanpa powder kitosan	6
P1	Resin akrilik heat cured + powder kitosan 0.26%	6
P2	Resin akrilik heat cured + powder kitosan 0.52%	6
Total		18

Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa jumlah sampel pada masing-masing kelompok penelitian sama, yaitu enam spesimen pada kelompok kontrol, enam spesimen pada kelompok perlakuan 0.26%, dan enam spesimen pada kelompok perlakuan 0.52%. Keseragaman jumlah sampel antar kelompok bertujuan untuk menjaga keseimbangan distribusi perlakuan dan meningkatkan validitas analisis statistik.



Gambar 1. Diagram Batang Rerata Porositas Resin Akrilik Heat Cured

Tabel 2. Rerata dan Standar Deviasi Porositas Resin Akrilik Heat Cured pada Setiap Kelompok

Kelompok	n	Mean $\pm$ SD (%)
K	6	9.500 $\pm$ 1.795
P1	6	11.717 $\pm$ 5.470
P2	6	13.950 $\pm$ 2.246

Berdasarkan Tabel 2 diketahui bahwa kelompok kontrol memiliki rerata porositas paling rendah yaitu $9.500 \pm 1.795\%$, sedangkan kelompok dengan penambahan powder kitosan 0.26% memiliki rerata porositas sebesar $11.717 \pm 5.470\%$. Nilai rerata porositas tertinggi ditemukan pada kelompok dengan penambahan powder kitosan 0.52% yaitu sebesar $13.950 \pm 2.246\%$. Hasil ini menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan porositas seiring meningkatnya konsentrasi powder kitosan yang ditambahkan ke dalam resin akrilik heat cured.

Tabel 3. Hasil Uji Normalitas Shapiro-Wilk Nilai Porositas Resin Akrilik Heat Cured

Kelompok	Nilai p
K	0.110
P1	0.099
P2	0.093

Berdasarkan hasil uji normalitas Shapiro-Wilk pada Tabel 3 diperoleh nilai p seluruh kelompok lebih besar dari 0.05. Kelompok kontrol memiliki nilai p sebesar 0.110, kelompok P1 sebesar 0.099, dan kelompok P2 sebesar 0.093. Hasil tersebut menunjukkan bahwa data porositas pada seluruh kelompok berdistribusi normal sehingga memenuhi salah satu asumsi untuk dilakukan analisis parametrik menggunakan One-Way ANOVA.

Tabel 4. Hasil Uji Homogenitas Varians Menggunakan Levene Test

Statistik Levene	p-value
2.469	0.118

Hasil uji homogenitas varians pada Tabel 4 menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0.118 ($p > 0.05$). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa varians data porositas antar kelompok penelitian bersifat homogen sehingga memenuhi asumsi homogenitas untuk analisis One-Way ANOVA.

Tabel 5. Hasil Analisis One-Way ANOVA Porositas Resin Akrilik Heat Cured

Variabel	p-value
Porositas	0.131

Berdasarkan hasil uji One-Way ANOVA pada Tabel 5 diperoleh nilai signifikansi sebesar 0.131. Nilai tersebut lebih besar dari batas kemaknaan statistik yang ditetapkan ($p > 0.05$), sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan rerata porositas yang bermakna secara statistik antara kelompok kontrol, kelompok penambahan powder kitosan 0.26%, dan kelompok penambahan powder kitosan 0.52%.

Tabel 6. Hasil Uji Lanjut Post Hoc LSD Nilai Porositas Resin Akrilik Heat Cured

Perbandingan Kelompok	p-value
K vs P1	0.299
K vs P2	0.047*
P1 vs P2	0.295

Keterangan: signifikan pada $p < 0.05$

Hasil uji post hoc LSD menunjukkan nilai p sebesar 0.299 pada perbandingan K dengan P1, 0.047 pada perbandingan K dengan P2, dan 0.295 pada perbandingan P1 dengan P2. Namun, karena hasil One-Way ANOVA tidak menunjukkan perbedaan yang bermakna secara keseluruhan ($p = 0.131$), hasil uji post hoc tersebut tidak digunakan sebagai dasar untuk menyimpulkan adanya perbedaan antarkelompok dan hanya disajikan sebagai informasi tambahan. Oleh karena itu, secara keseluruhan, penambahan powder kitosan pada konsentrasi yang diteliti tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap porositas resin akrilik heat-cured.

Tabel 7. Rerata Ukuran Pori Berdasarkan Hasil Scanning Electron Microscope (SEM)

Kelompok	Rerata Ukuran Pori (μm)
K	6.88
P1	43.93
P2	74.57

Hasil pengamatan menggunakan Scanning Electron Microscope (SEM) menunjukkan adanya peningkatan ukuran pori seiring meningkatnya konsentrasi powder kitosan. Kelompok kontrol memiliki rerata ukuran pori terkecil, yaitu 6.88 μm . Pada kelompok P1 rerata ukuran pori meningkat menjadi 43.93 μm , sedangkan kelompok P2 menunjukkan ukuran pori terbesar, yaitu 74.57 μm . Secara deskriptif, hasil ini mengindikasikan bahwa penambahan powder kitosan dalam konsentrasi yang lebih tinggi cenderung menghasilkan ukuran pori yang lebih besar pada matriks resin akrilik heat-cured.

PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan *powder* kitosan terhadap porositas resin akrilik heat *cured*.



Gambar 2. Plat resin akrilik *heat cured* diambil dari mould

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rerata porositas cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi powder kitosan, yaitu sebesar 9.500% pada kelompok kontrol, 11.717% pada kelompok P1 (0.26%), dan 13.950% pada kelompok P2 (0.52%). Meskipun demikian, hasil uji One-Way ANOVA menunjukkan bahwa perbedaan tersebut tidak bermakna secara statistik ($p = 0.131$). Dengan demikian, penambahan powder kitosan pada konsentrasi yang diteliti belum terbukti memberikan pengaruh yang signifikan terhadap porositas resin akrilik heat *cured*.



Gambar 3. Perendaman sampel menggunakan *aquades*



Gambar 4. Penimbangan massa kering dan massa basah plat akrilik *heat cured*

Terjadinya porositas tergantung pada laju polimerisasi dan penyesuaian suhu ruang, lebih dari 11% porositas telah diamati terkait dengan penurunan sifat fisik, estetika yang buruk, penumpukan organisme, dan retensi cairan. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa porositas kurang dari 11% dapat diterima secara klinis.

Berdasarkan hasil pengamatan menggunakan Scanning Electron Microscope (SEM), ukuran pori menunjukkan kecenderungan meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi powder kitosan. Kelompok kontrol memiliki rerata ukuran pori sebesar 6.88 μm , sedangkan kelompok P1 (0.26%) memiliki rerata ukuran pori sebesar 43.93 μm , dan kelompok P2 (0.52%) sebesar 74.57 μm . Temuan ini merupakan hasil pengamatan morfologi secara deskriptif dan tidak dianalisis menggunakan uji statistik, sehingga hanya menggambarkan kecenderungan perubahan ukuran pori akibat penambahan powder kitosan.

PEMBAHASAN

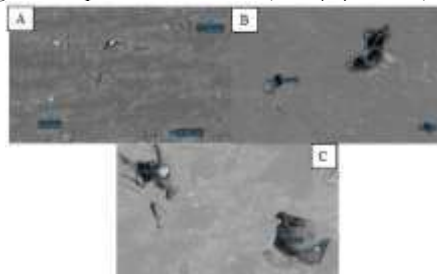
Pada penelitian ini, didapatkan bahwa pada kelompok K (tanpa penambahan powder kitosan) dan P2 (penambahan konsentrasi 0.52% powder kitosan) terdapat perbedaan signifikan. Hal tersebut menunjukkan peningkatan porositas pelat akrilik *heat-cured*. Hal ini disebabkan oleh kandungan gugus hidroksil (OH^-) pada powder kitosan yang dapat membentuk ikatan hidrogen satu sama lain secara intramolekul/antarmolekul karena sifat partikel yang memiliki luas penampang besar dan menyebabkan energi permukaan tinggi [12,13]. Aglomerasi bisa terjadi karena ketidakmampuan berikatan antara serbuk *powder* kitosan yang memiliki sifat hidrofilik dan resin akrilik yang memiliki sifat hidrofobik. Hal tersebut menyebabkan partikel-partikel tersebut tidak dapat beragregasi dan membentuk interaksi yang kuat dengan matriks karena perbedaan energi permukaan, sehingga menghasilkan partikel-partikel tidak homogen [12,14].

Pada kelompok K (tanpa penambahan *powder* kitosan) dengan P1 (penambahan konsentrasi 0.52% *powder* kitosan) tidak terdapat perbedaan signifikan. Kualitas *powder* kitosan dapat dilihat dari ukuran partikel *powder* kitosan. Ukuran partikel powder kitosan pada penelitian ini adalah 93.24 μm . Ukuran partikel berpengaruh terhadap kelarutan *powder* kitosan. Kelarutan *powder* kitosan juga tergantung pada nilai derajat deasetilasi. Nilai derajat deasetilasi powder kitosan yang $>70\%$ sudah dapat terlarut sebagian pada pH netral [15]. Pada penelitian ini digunakan sediaan powder kitosan dengan derajat deasetilasi yang tertulis pada sertifikat analisis, yaitu 96.44%. Untuk quality control, dilakukan pengecekan kembali derajat deasetilasi, kemudian didapatkan hasil 79.33%. Namun, pada hasil 79.33% masih dalam kategori yang dapat terlarut pada pH normal. Nilai derajat

deasetilasi *powder* kitosan berpengaruh terhadap kadar air. Kadar air *powder* kitosan yang baik yaitu $\leq 10\%$. Kadar air pada penelitian ini 9.83% masih dalam kategori baik. *Powder* kitosan yang semakin terlarut pada akrilik *heat cured* sehingga tidak menunjukkan penurunan porositas dapat disimpulkan tidak terdapat perbedaan signifikan antara kelompok kontrol dan juga kelompok P1.

Pada kelompok P1 (penambahan konsentrasi 0.26% *powder* kitosan) dan P2 (penambahan konsentrasi 0.52% *powder* kitosan) tidak terdapat perbedaan signifikan. Terbentuknya porositas dapat disebabkan oleh kurangnya pengadukan pada saat pencampuran. Penelitian ini dilakukan dengan pencampuran resin akrilik dan *powder* kitosan. Kurangnya agitasi pada saat pencampuran diperkuat oleh fakta bahwa porositas dapat diminimalkan dengan memastikan homogenitas campuran. *Powder* kitosan yang kurang merata dalam melapisi partikel maka penyebaran ukuran partikel akan menjadi kurang merata dan tidak homogen sehingga mengakibatkan porositas dan kekasaran permukaan.

Menurut hasil penelitian pada kelompok K, P1, dan P2, didapatkan hasil yang tidak signifikan. Hal tersebut disebabkan oleh ukuran partikel, kadar air, dan derajat deasetilasi pada *powder* kitosan, kemudian kurangnya agitasi pada saat pencampuran. Hal lain yang berpengaruh pada penelitian ini adalah ketidakmampuan ikatan antara permukaan hidrofobik yang dimiliki resin akrilik dan hidrofilik pada *powder* kitosan. Karena pada penelitian ini kami tidak melanjutkan tentang ikatan kimia antara *powder* kitosan dengan resin akrilik sehingga terdapat kemungkinan *powder* kitosan berkumpul di suatu daerah, dimana porositas di daerah tersebut bisa padat tetapi di sisi lainnya tidak terisi *powder* kitosan, yang membuat porositas di suatu daerah tertentu jadi semakin besar. Hasil uji SEM kemungkinan pada daerah yang diteliti, merupakan daerah tidak tercampur *powder* kitosan sehingga terlihat porositas yang besar pada daerah yang tersebut. Adanya porositas dikonfirmasi dengan dilakukannya uji SEM (*Scanning Electron Microscope*). Berdasarkan hasil uji SEM, terlihat rata-rata ukuran pori untuk masing-masing kelompok adalah 6.88 μm (K), 4.93 μm (P1), dan 74.57 μm (P2).



Gambar 5. Gambaran SEM Morfologi

KESIMPULAN

Penambahan *powder* kitosan yang berasal dari cangkang kepiting bakau jingga (*Scylla olivacea*) pada resin akrilik *heat cured* tidak memberikan pengaruh yang signifikan secara statistik terhadap porositas basis gigi tiruan pada konsentrasi 0.26% dan 0.52% yang diteliti. Pengamatan menggunakan Scanning Electron Microscope (SEM) menunjukkan kecenderungan peningkatan ukuran pori seiring meningkatnya konsentrasi kitosan, namun temuan tersebut bersifat deskriptif dan tidak dianalisis secara statistik. Oleh karena itu, penambahan *powder* kitosan pada konsentrasi yang digunakan dalam penelitian ini belum dapat dinyatakan mampu memperbaiki karakteristik mikrostruktur resin akrilik *heat cured*.

Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan ukuran partikel kitosan yang lebih kecil atau berbentuk nanopartikel untuk meningkatkan homogenitas pencampuran dengan resin akrilik. Selain itu, perlu dilakukan evaluasi terhadap sifat mekanik dan karakteristik kimia material agar diperoleh gambaran yang lebih lengkap mengenai potensi penggunaan kitosan sebagai filler pada basis gigi tiruan resin akrilik.

DAFTAR PUSTAKA

1. Leite FRM, Tay JRH, Chow DY, Ng E, Nascimento GG, Peres MA. Tooth Loss and Edentulism Are Associated With Poorer Quality of Life: A Systematic Review and Meta-Analyses. *J Periodontal Res*. 2026. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
2. Poker BDC, Aguiar HC, Silva AAME, Clemente LM, Pizziolo PG, Ribeiro AB, et al. Satisfaction and quality of life of patients rehabilitated with digital complete dentures A systematic review and meta-analysis. *J Am Dent Assoc*. 2026;157(1). [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
3. Altalla H, Alawawda O, Bayindir F. Three-dimensionally printed versus conventional heat-polymerized PMMA denture base properties: A systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent*. 2025. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
4. Naufada Z, Praeswari N. Pengaruh Penambahan Powder Kitosan Cangkang Kepiting Bakau Jingga (*Scylla olivacea*) Pada Basis Gigi Tiruan Resin Akrilik Heat Cured Terhadap Kekasaran Permukaan. *J Sint Penelit Sains, Terap dan Anal*. 2024;12–8. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
5. Latifah NR. Pengaruh penambahan serbuk cangkang kerang simping terhadap kualitas fisis basis gigi tiruan. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim; 2018. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
6. Ríos JNC. Systematic analysis of recent scientific literature on edentulism using the PRISMA 2020 methodology. *Salud, Cienc y Tecnol*. 2024;4:1251. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
7. Kemenkes. April 2024 [Internet]. 2023. Laporan Riskesdas 2023. Available from: [[View at Publisher](#)]
8. Le Bars P, Kouadio AA, Amouriq Y, Bodic F, Blery P, Bandiaky ON. Different polymers for the base of removable dentures? Part II: A narrative review of the dynamics of microbial plaque formation on dentures. *Polymers (Basel)*. 2023;16(1):40. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
9. Ismiyati T, Alhasyimi AA. Effect of Chitosan and Acrylic Acid Addition to Acrylic Resin on Porosity and Streptococcus mutans Growth in Denture Base. *Eur J Dent*. 2023;17(03):693–8. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
10. Rus F, Radulescu R, Popa A, Voicu-Balasea B, Musteanu M, Izet M, et al. Biocompatibility and Cell Death Mechanisms Induced by PMMA-Based Dental Materials in Gingival Fibroblasts and OECM-1 Tumor Cells. *Dent J*. 2026;14(5):315. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
11. Singh S, Palaskar JN, Mittal S. Comparative evaluation of surface porosities in conventional heat polymerized acrylic resin cured by water bath and microwave energy with microwavable acrylic resin cured by microwave energy. *Contemp Clin Dent*. 2013;4(2):147–51. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
12. Younes I, Rinaudo M. Chitin and chitosan preparation from marine sources. Structure, properties and applications. *Mar Drugs*. 2015;13(3):1133–74. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
13. Mohammed MA, Syeda JTM, Wasan KM, Wasan EK. An overview of chitosan nanoparticles and its application in non-parenteral drug delivery. *Pharmaceutics*. 2017;9(4):53. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
14. Ille CE, Jivănescu A, Pop D, Stoica ET, Flueraș R, Talpoș-Niculescu IC, et al. Exploring the properties and indications of chairside CAD/CAM materials in restorative dentistry. *J Funct Biomater*. 2025;16(2):46. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
15. Adillah A, Zulkarnain M, Wahyuni S. Efek penambahan kitosan nano gel pada bahan basis gigi tiruan resin akrilik polimerisasi panas terhadap kekuatan impak: studi eksperimental. *Padjadjaran J Dent Res Students*. 2025;9(1):53–9. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]