

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gigi tiruan merupakan salah satu perawatan prostodontik yang memiliki tujuan untuk memperbaiki dan memelihara kesehatan umum pasien, memperbaiki fungsi, seperti fungsi pengunyahan dan fungsi bicara, memperbaiki estetik sehingga menambah kepercayaan diri pasien, merestorasi dan memelihara kesehatan gigi dan jaringan yang masih ada serta mencegah terjadinya kerusakan lebih lanjut dari struktur rongga mulut.

Gigi tiruan secara garis besar dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu gigi tiruan cekat dan gigi tiruan lepasan. Gigi tiruan lepasan (*removable denture*) merupakan gigi tiruan yang dapat dilepas pasang sendiri oleh pasien yaitu jenis gigi tiruan lengkap dan gigi tiruan sebagian lepasan. Gigi tiruan cekat (*fixed bridge*) merupakan gigi tiruan yang disemenkan ke gigi pasien secara permanen (Suhendra dkk 2022).

Salah satu bagian dari gigi tiruan lepasan adalah basis gigi tiruan. Bahan basis gigi tiruan mempunyai sifat biokompatibel, mudah dimanipulasi, mudah dibersihkan, tidak larut dalam cairan rongga mulut dan memiliki kekuatan, kekakuan, kekerasan yang tinggi. Bahan yang digunakan dalam pembuatan basis gigi tiruan terbagi menjadi dua jenis yaitu basis gigi tiruan logam dan non logam. Berdasarkan sifat termalnya, bahan non logam dibagi menjadi termoplastik dan termoset. Contoh bahan yang tergolong termoplastik adalah

nilon termoplastik. Contoh bahan yang tergolong termoset adalah resin akrilik dan silikon (M. Lubis 2019).

Bahan basis gigi tiruan yang sering digunakan adalah resin akrilik polimerisasi panas (RAPP) atau sering disebut sebagai polimetil metakrilat (Annada 2020). Resin akrilik polimerisasi panas adalah resin akrilik yang polimerisasinya dengan pemanasan air atau *waterbath*. Resin akrilik jenis ini tidak memerlukan aktivator kimia dalam proses polimerisasinya, sehingga *working time* dari resin akrilik ini paling lama apabila dibandingkan dengan resin akrilik swapolimerisasi dan polimerisasi sinar.

Sejak tahun 1946, resin akrilik polimerisasi panas (RAPP) sangat sering digunakan sebagai bahan basis gigi tiruan di bidang kedokteran gigi (M. Lubis 2019). Resin akrilik polimerisasi panas sering digunakan karena biaya yang ekonomis, mudah dimanipulasi, mudah direparasi, estetika yang baik, tekstur mirip gingiva, mempunyai daya serap air yang relatif rendah, dan perubahan dimensi yang kecil (Annada 2020). Meskipun RAPP memiliki banyak kelebihan, tapi juga memiliki beberapa kekurangan, yaitu penghantar termis yang buruk, porositas, menyerap cairan, dan mudah terjadi abrasi pada saat pembersihan.

Kemampuan menyerap air dapat membuat kekuatan transversal, kekuatan impak, dan kekerasan pada RAPP menurun. Selain itu, RAPP juga memiliki molekul air yang dapat berpenetrasi ke dalam ruang mikroporositas dan menembus massa PMMA secara difusi serta menempati ruang diantara rantai polimer, sehingga rantai polimer akan merenggang dan melunak kemudian menyebabkan berkurangnya kekuatan transversal bahan. Semakin lama resin

akrilik berkontak dengan air, maka akan semakin banyak molekul air yang berpenetrasi dan menempati ruangan diantara rantai polimer (Felycia 2021).

Dalam penggunaan gigi tiruan ini, kebiasaan yang umum dijumpai di kalangan pengguna gigi tiruan adalah merendam gigi tiruan di dalam air setiap malam. Kebiasaan ini dilakukan dengan tujuan untuk menjaga agar gigi tiruan tetap lembap, menghindari deformasi bahan akrilik, serta memberikan kesempatan jaringan mukosa untuk beristirahat dari tekanan mekanis akibat pemakaian gigi tiruan secara terus-menerus.

Penyerapan cairan dapat diatasi dengan memberikan pelapis berbahan polimer. Berdasarkan sumbernya, polimer dikelompokkan menjadi polimer alam, polimer sintetis dan polimer semi sintetis. Penggunaan polimer alam sebagai bahan pelapis dapat ditemui pada *edible packaging* yang secara umum didefinisikan sebagai suatu lapisan tipis dengan ketebalan $< 0,25$ mm (Japanese Industrial Standards) terbuat dari bahan layak konsumsi, serta dapat diaplikasikan sebagai bahan pelapis untuk melindungi makanan, diletakkan di atas atau di antara komponen bahan pangan untuk memperpanjang masa simpan (Felycia 2021). Bahan penguat yang dapat digunakan yaitu bahan yang berupa logam kimia maupun serat. Pada saat ini bahan alami yang banyak digunakan sebagai bahan penguat adalah bahan yang tidak menimbulkan efek samping pada tubuh. Salah satu bahan penguat yang berasal dari alami dan diproses secara kimia yaitu kitosan (Wulandari 2023).

Edible coating atau pelapis edibel yang berbentuk cairan merupakan lapisan tipis yang diaplikasikan secara langsung pada permukaan yang terbuat dari bahan yang aman dimakan dan digunakan sebagai pelapis pada produk

makanan dengan cara pelapisan, pencelupan, atau penyemprotan untuk memberikan barrier tambahan pada produk yang dilapisinya (Eka putri dkk 2022) Berdasarkan komponen utama *edible coating* dikelompokkan menjadi hidrokoloid (protein dan polisakarida), lipid (asam lemak dan wax) dan komposit (hidrokoloid dan lipid). *Edible coating* yang berasal dari hidrokoloid memiliki sifat mekaniknya yang baik dan meningkatkan kekuatan fisik yang dilapisinya (Rafly 2023). Salah satu bagian dari golongan hidrokoloid adalah kitin yang dalam proses deasetilasinya (penghilangan gugus-COCH₃) secara alami akan menghasilkan kitosan. (Wahyuni 2022).

Kitosan, dikenal sebagai kitin yang mengalami deasetilasi, terdiri dari D-glukosamin β - (1-4) dan N-asetil-D-glukosamin yang didistribusikan secara acak dalam polimer. Kitosan merupakan polimer yang baik untuk aplikasi biomedis dan farmasetik dikarenakan memiliki sifat antara lain kemampuannya terbiodegradasi, biokompatibel, memiliki daya antimikroba, dan tidak toksik. Kitin berasal dari eksoskeleton krustasea (kepiting, udang dan kerang-kerangan). Persediaan limbah laut yang cukup besar di Indonesia menjadikan limbah laut sebagai sumber kitin, sangat berpotensi menjadikan kitosan mudah diperoleh di alam (Y. Wedarti dkk, 2020). Dalam upaya memperbaiki sifat material di bidang kedokteran gigi dapat dilakukan dengan menambahkan kitosan dengan material kedokteran gigi lainnya. Penambahan gel kitosan dapat membuat suatu ikatan silang menjadi lebih kaku dan gel menjadi lebih kuat, sehingga semakin tinggi nilai kekuatan pecah gel, maka ikatan yang terjadi anatar polimer - polimer yang membentuk jaringan gel tersebut semakin kaku dan semakin kuat. (Adiana 2014). Dalam upaya

meningkatkan kualitas material kedokteran gigi, kitosan tidak hanya diubah menjadi gel kitosan saja. Kitosan dapat dimodifikasi menjadi partikel yang lebih kecil sehingga bisa memperkuat ikatan pada bahan kedokteran gigi yang disebut nanokitosan (D. Pratiwi 2021).

Nanokitosan merupakan kitosan yang dimodifikasi secara fisik menjadi ukuran partikel nano dapat meningkatkan luas permukaan hingga 100 kali dibandingkan dengan kitosan partikel mikro. Nanopartikel dapat berpenetrasi ke ruangan yang tidak dapat dicapai oleh partikel dengan ukuran yang lebih besar dan juga meningkatkan kelarutan sehingga meningkatkan bioavailabilitas dari partikel sehingga dapat meminimalisir molekul air menempati ruangan diantara rantai polimer yang ada di resin akrilik polimerisasi panas (D. Pratiwi 2021).

Berdasarkan uraian tersebut penulis merasa penting melakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh penambahan nanokitosan cangkang udang windu dan pelapisan *edible coating* nanokitosan cangkang udang windu terhadap penyerapan air pada RAPP.

1.2 Rumusan Masalah

- 1.2.1 Bagaimanakah pengaruh penambahan nanokitosan cangkang udang windu (*Penaenus Monodon*) dengan konsentrasi 0,5%, 1% dan 1,5% terhadap penurunan tingkat penyerapan air pada RAPP.
- 1.2.2 Bagaimanakah pengaruh *edible coating* nanokitosan cangkang udang windu (*Penaenus Monodon*) dengan konsentrasi 0,5%, 1% dan 1,5% terhadap penurunan tingkat penyerapan air pada RAPP.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

- 1.3.1 Untuk mengetahui pengaruh penambahan nanokitosan cangkang udang windu (*Penaenus Monodon*) dengan konsentrasi 0,5%, 1% dan 1,5% dalam menurunkan tingkat penyerapan air pada RAPP.
- 1.3.2 Untuk mengetahui pengaruh pelapisan menggunakan *edible coating* nanokitosan cangkang udang windu (*Penaenus Monodon*) dengan konsentrasi 0,5%, 1% dan 1,5% dalam menurunkan tingkat penyerapan air pada RAPP.

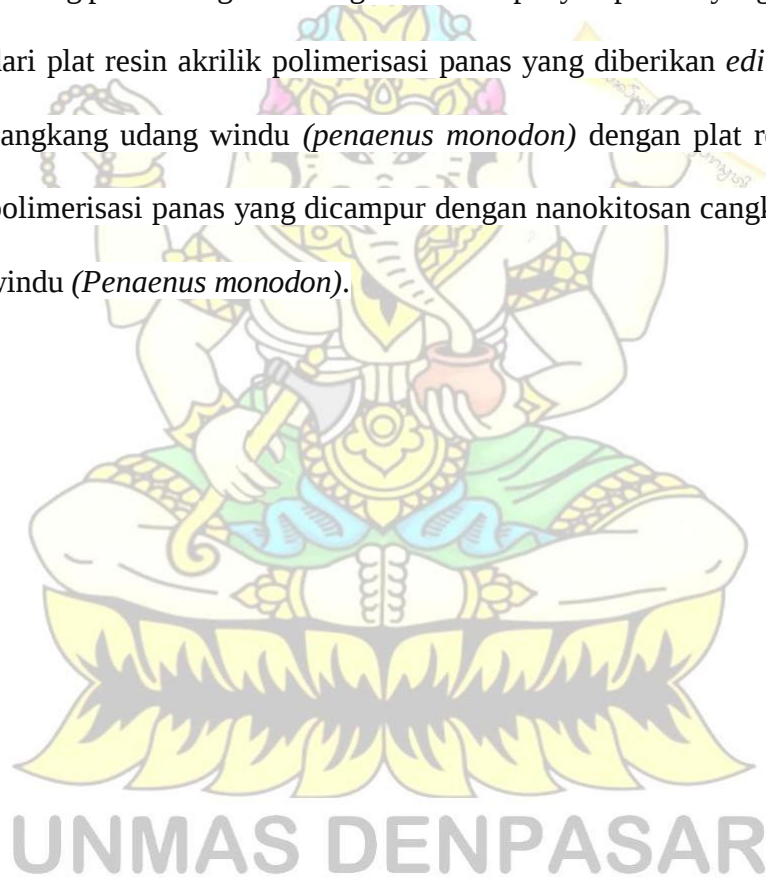
1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Akademik

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah tentang perbandingan tingkat penyerapan air yang dihasilkan dari plat resin akrilik polimerisasi panas yang ditambahkan nanokitosan cangkang udang windu (*Penaenus monodon*) dengan pelapisan menggunakan *edible coating* nanokitosan udang windu (*penaenus monodon*) pada plat resin akrilik polimerisasi panas.

1.4.2 Manfaat Praktis

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada masyarakat serta menambah referensi dalam ilmu kedokteran gigi tentang perbandingan tentang efektivitas penyerapan air yang dihasilkan dari plat resin akrilik polimerisasi panas yang diberikan *edible coating* cangkang udang windu (*penaenus monodon*) dengan plat resin akrilik polimerisasi panas yang dicampur dengan nanokitosan cangkang udang windu (*Penaenus monodon*).



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gigi Tiruan

2.1.1 Pengertian Gigi Tiruan

Gigi tiruan merupakan protesa yang menggantikan sebagian ataupun seluruh gigi asli yang hilang serta jaringan sekitarnya. Pembuatan gigi tiruan memiliki beberapa tujuan diantaranya mengembalikan fungsi mastikasi (pengunyahan), berbicara, penampilan (estetika wajah), dapat mencegah pergeseran gigi yang tersisa di dalam mulut agar tidak bergeser ke ruang gigi yang kosong sehingga oklusi tidak terganggu serta dapat menambah kepercayaan diri seseorang (E. Rahman 2010).

2.1.2 Bagian – Bagian Gigi Tiruan lengkap

Gigi tiruan lengkap adalah protesa lepasan yang menggantikan seluruh gigi dan jaringan pendukung pada rahang yang telah edentulus (tanpa gigi). Struktur gigi tiruan lengkap relatif sederhana namun memiliki fungsi biomekanis yang kompleks karena harus mendistribusikan beban kunyah secara merata ke jaringan mukosa di bawahnya.

Secara umum, gigi tiruan lengkap terdiri atas dua komponen utama:

1. Gigi Tiruan (*Artificial Teeth*)
2. Basis Gigi Tiruan (*Denture Base*)

2.2 Gigi Tiruan

Gigi tiruan merupakan bagian dari gigi tiruan lengkap yang secara fungsional dan estetik menggantikan gigi alami pasien yang hilang. Karakteristik dari gigi tiruan tersebut harus menyerupai bentuk anatomi gigi alami pasien. Dipilih berdasarkan ukuran, bentuk, warna (shade), dan susunan yang harmonis dengan wajah pasien. Disusun mengikuti prinsip oklusi gigi tiruan lengkap (misalnya balanced occlusion) untuk distribusi beban kunyah yang merata.

Bahan gigi tiruan paling umum digunakan adalah resin akrilik karena mudah disesuaikan dan ringan. Resin komposit (alternatif untuk hasil estetik lebih baik). Porselen (jarang digunakan untuk GTL karena berat dan rentan pecah).

2.3 Basis Gigi Tiruan

2.3.1 Pengertian Basis Gigi Tiruan

Basis gigi tiruan adalah bagian dari suatu gigi tiruan yang bersandar di atas tulang yang ditutupi dengan jaringan lunak. Basis gigi tiruan merupakan tempat anasir gigi tiruan dilekatkan. Daya tahan dan sifat-sifat dari suatu basis gigi tiruan sangat dipengaruhi oleh bahan basis gigi tiruan tersebut. Berbagai bahan telah digunakan untuk membuat gigi tiruan, seperti logam dan resin, namun belum ada bahan yang dapat memenuhi semua persyaratan basis gigi tiruan (Noort, 2007). Basis gigi tiruan dalam pembuatannya tergantung pada ketebalan bentuk anatomi dan resorpsi lingir alveolaris, tidak dengan satu ketebalan yang sama. Ketebalan plat tertentu dapat meningkatkan kekuatan basis gigi tiruan

Basis merupakan salah satu komponen dari gigitiruan yang menutupi mukosa mulut dibagian didaerah palatum labial, bukal, dan lingual. Basis

merupakan bagian dari gigitiruan yang berkontak dengan mukosa mulut dan berfungsi untuk menopang atau menjadi fondasi pada gigi tiruan yang digunakan sebagai tempat menempel dan mendukung anasir gigi tiruan, menyalurkan tekanan oklusal ke jaringan pendukung dan memberi retensi dan stabilitas pada gigitiruan. Basis gigi tiruan tersedia dalam 3 jenis bahan yaitu Metal, Akrilik, dan Nilon (Chintika. B dkk. 2023)

2.3.2 Persyaratan Basis Gigi Tiruan

Syarat-syarat basis gigi tiruan yang ideal yaitu biokompatibel, penyerapan air yang rendah, stabilitas warna dan stabilitas dimensi yang baik, mudah dimanipulasi, mudah diperbaiki, tidak toksik atau iritan, radiopak, memiliki kekuatan mekanik yang baik termasuk kekuatan transversal, kekuatan impact, fatigue, dan modulus elastisitas yang tinggi serta memiliki konduktivitas termal yang baik (Ariyani dkk 2016).

Menurut McCabe JF (2011) bahan basis gigi tiruan harus memenuhi persyaratan agar layak untuk digunakan. Syarat-syarat agar bahan basis gigi tiruan bisa disebut ideal adalah biokompatibel (tidak toksik dan tidak mengiritasi mukosa), tidak terpengaruh oleh cairan mulut, memiliki konduksi termal yang baik sehingga tidak mempengaruhi bentuk basis gigi tiruan pada suhu panas dan dingin, mempunyai sifat fisis dan mekanis yang memadai, memiliki modulus elastisitas yang rendah, tidak berasa, tidak berbau, memiliki permukaan yang halus serta keras dan mengkilap, mudah dibersihkan secara mekanis maupun kimia, mudah dimanipulasi dan direparasi apabila fraktur, memiliki estetis dan stabilitas warna yang baik, dan harganya yang terjangkau.

2.3.3 Bahan Basis Gigi Tiruan

Bahan yang digunakan untuk pembuatan basis gigi tiruan dapat berasal dari bahan logam dan non logam.

2.3.3.1 Logam

Logam yang digunakan sebagai bahan basis gigi tiruan adalah campuran dari dua jenis logam atau lebih. Beberapa jenis logam yang digunakan sebagai basis gigi tiruan antara lain, kobalt kronium, nikel kronium, titanium, alloy emas, aluminium, dan *stainless steel*. Basis gigi tiruan yang terbuat dari logam dapat dibuat lebih tipis, akurat dan dapat mempertahankan bentuk dibandingkan bahan resin. Bahan logam sebagai basis gigi tiruan memiliki beberapa kelebihan, yaitu ketepatan dimensi, ketahanan terhadap abrasi, konduktivitas termal lebih baik dibandingkan resin, kekuatan maksimal dengan ketebalan minimal, modulus elastisitas yang tinggi. Sedangkan kekurangan dari basis berbahan logam adalah memiliki estetis yang kurang baik, berat jenis lebih besar, tidak dapat dilapisi atau dipreparasi kembali, teknik pembuatan yang rumit dan harga yang mahal (Carr AB 2011).

2.3.3.2 Non- logam

Bahan yang termasuk basis gigi tiruan non-logam adalah resin. Bahan basis gigi tiruan non logam terdiri atas bahan termoplastik dan termoset (Safina & Wahyuni 2020).

1. Resin Termoplastik

Resin termoplastik adalah bahan pembuat basis gigi tiruan yang dapat dibentuk secara berulang dan tanpa mengalami

perubahan struktur kimia dengan metode pemanasan. Resin termoplastik dibagi berdasarkan bahan dasarnya yaitu resin termoplastik asetal, polyester dan poliamida (Winardhi, Saputra & Dewipuspitasari 2017).

2. Resin Termoset

Resin termoset memiliki reaksi kimia yang mengikat secara permanen dan tidak dapat diubah jika dipanaskan pada suhu tinggi. Karakteristik ini membuat resin termoset sangat diinginkan untuk aplikasi struktural. Bahan resin termoset yang biasanya digunakan sebagai basis gigi tiruan adalah resin akrilik, vulkanit, dan fenol formaldehid (Dirgantara & Bintoro 2018).

2.4 Resin Akrilik

2.4.1 Definisi Resin Akrilik

Sejak pertengahan tahun 1940-an, sebagian besar basis gigi tiruan dibuat menggunakan resin poli(metil metakrilat), yang juga dikenal sebagai PMMA (resin akrilik) yang tersusun dari gabungan molekul - molekul metil metakrilat yang membentuk plastik lentur. Resin akrilik merupakan derivat asam akrilat dan dapat digunakan dalam pembuatan gigi tiruan. Resin akrilik merupakan turunan etilen yang mengandung gugus vinil dalam rumus strukturnya. Ada dua kelompok resin akrilik yang sering digunakan dibidang kedokteran gigi, yaitu kelompok asam akrilik $\text{CH}_2=\text{CHCOOH}$ dan kelompok asam metakrilik $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COOH}$. (Pertiwisari.A.2023).

Pada saat ini resin akrilik banyak digunakan dalam bidang kedokteran gigi dalam memenuhi berbagai kebutuhan diantaranya sebagai bahan pembuatan basis gigi tiruan, peralatan ortodonsia dan pedodonsia serta peralatan yang berkaitan dengan maksilofasial karena resin akrilik karena biaya yang ekonomis, mudah dimanipulasi, mudah direparasi, estetika yang baik, tekstur mirip gingiva dan perubahan dimensi yang kecil (Annada 2020).

Menurut Pertiwisari.A (2023) Resin akrilik adalah padatan transparan tidak berwarna yang dapat diwarnai dengan pigmen, pewarna, bahan pengisi, dan serat untuk menghasilkan hampir semua warna, corak, dan tingkat tembus cahaya atau translusensi. Sifat - Sifat fisik yang terdapat pada resin akrilik telah terbukti dapat diaplikasikan dengan baik dalam kedokteran gigi terutama pada bidang prosthodonti.

2.4.2 Jenis Jenis Resin Akrilik

Menurut Anusavice (2003) resin akrilik dapat dibagi berdasarkan metode reaksi polimerisasinya, yaitu :

1. Resin akrilik polimerisasi panas (*heat-cured resin*)

Resin akrilik *heat-cured* (polimerisasi termal/panas) adalah resin jenis poli(metil) metakrilat yang polimerisasinya dengan pemanasan. Resin jenis ini digunakan dalam pembuatan hampir semua basis gigi tiruan. Penggunaan polimer termal melibatkan persiapan cetakan gipsu untuk pencetakan kompresi, persiapan resin basis gigi tiruan, dan polimerisasi termal menggunakan penangas air atau *oven microwave*.



2. Resin akrilik *self-cured*

Resin akrilik *self-cured* tidak memerlukan energi termal karena dapat dilakukan pada temperature ruang. Aktivasi kimia dilakukan melalui penambahan amina tersier, seperti dimetil-paratoluidin, kedalam cairan basis gigi tiruan, sehingga menyebabkan dekomposisi benzoil peroksida. Waktu kerja untuk resin yang diaktivasi secara kimia lebih pendek dibandingkan bahan yang diaktivasi panas. Keakuratan dimensi lebih baik dibandingkan dengan *heat curing*. Perbedaan mendasar antara resin yang diaktifkan dengan panas dan resin yang diaktifkan secara kimia adalah metode dimana benzoil peroksida dibagi untuk menghasilkan radikal bebas, adanya monomer sisa yang tidak bereaksi pada basis gigi tiruan (Anusavice dkk. 2012).

3. Resin akrilik polimerisasi sinar (*light-cured resin*)

Resin akrilik *light-cured* (polimerisasi sinar/cahaya) digambarkan sebagai komposit yang memiliki matriks dimetakrilat, silika ukuran mikro, dan monomer resin akrilik dengan berat molekul tinggi. Sinar yang terlihat oleh mata adalah aktivator, sementara *champroquinone* bertindak sebagai pemulai polimerisasi. Resin basis komponen tunggal dipasok dalam bentuk lembaran dan benang serta dibungkus dalam kantung kedap cahaya untuk mencegah polimerisasi yang tidak diinginkan (Pertiwisari, A. 2023).

2.4.3 Sifat Resin Akrilik Polimerisasi Panas

2.4.3.1 Sifat Fisis

Resin akrilik memiliki *specific gravity* yang relative rendah karena resin akrilik memiliki unsur karbon, oksigen, dan hidrogen. Unsur tersebut menguntungkan karena dapat meminimalisir adanya pergerakan gigi palsu. Resin akrilik bersifat radiolusen karena mengandung atom C, H dan O yang bersifat mudah diserap sinar X-ray. Hal tersebut merugikan pasien bila pasien tidak sengaja menelan atau menghisap resin akrilik sehingga sangat sulit terdeteksi oleh sinar radiograf (McCabe & Walls, 2011).

Resin akrilik merupakan basis gigi tiruan yang memiliki warna menyerupai gingiva dan jaringan periodontal di sekitarnya pada rongga mulut sehingga bila dilihat secara estetika dimana harus menunjukkan translensi atau transparansi yang cukup serta natural sehingga cocok dengan penampilan jaringan mulut yang digantikan. Selain itu, resin akrilik dapat

diwarnai atau dipigmentasi dan tidak berubah warna atau penampilan setelah dilakukan pembentukan (Annusavice 2003).

Resin akrilik mempunyai sifat konduktivitas termal yang baik, dinilai 100-1000 kali lebih baik daripada bahan metal dan alloy. Konduktivitas termal resin akrilik polimerisasi panas adalah 6×10^{-4} cal/sec/cm² (Salim 2010). Hal ini merupakan kerugian basis gigi tiruan karena jaringan lunak mulut akan mempunyai stimuli termal yang buruk, akibatnya pasien tidak memiliki respon reflek panas dan dingin yang baik (McCabe & Walls, 2011).

2.4.3.2 Sifat mekanis

Sifat mekanis merupakan suatu respon yang terukur, baik plastis atau elastis, dari suatu bahan saat terkena suatu gaya atau terdistribusikan oleh tekanan. Menurut Combe (1992) sifat mekanis bahan basis gigi tiruan terdiri dari :

1. Kekuatan *transversal*

Kekuatan *transversal* adalah kemampuan dari suatu bahan di dalam menerima beban yang ditambah secara beraturan sampai bahan tersebut patah. Kekuatan transversal inilah yang terjadi terus menerus di dalam rongga mulut saat pengunyahan sehingga menyebabkan fraktur pada basis gigi tiruan. Dalam menginterpretasikan tentang ketahanan basis gigi tiruan dalam menerima beban pada saat pengunyahan, dapat dilakukan uji kekuatan transversal dengan memberikan beban di tengah - tengah bahan yang akan dilakukan pengujian. Selama batang ditekan maka

beban akan meningkat secara beraturan dan berhenti pada saat batang yang diujikan patah. Hasil yang diperoleh akan dimasukkan ke dalam rumus kekuatan transversal. Kekuatan transversal pada resin akrilik polimerisasi panas adalah 662 kh/cm². (Darvel 2009)

2. Kekuatan *Fatigue*

Kekuatan *fatigue* adalah ukuran kekuatan suatu bahan yang mengalami atau diberikan stress secara berulang di bawah batas proporsional yang menyebabkan terjadinya patah pada bahan tersebut. Fatik dari suatu bahan disebabkan beban berulang di bawah batas tahanan bahan basis gigi tiruan. Dalam kehidupan sehari-hari kekuatan fatik dikaitkan dengan batas kelelahan bahan basis gigi tiruan karena pemakaian gigi tiruan dalam jangka waktu yang lama (Darvel 2009).

3. Kekuatan *impact*

Kekuatan *impact* adalah kemampuan daya tahan dari suatu bahan untuk menerima beban benturan dengan daya besar dan secara tiba tiba sampai bahan tersebut patah. Dalam kehidupan sehari-hari kekuatan impak pada penggunaan gigi tiruan dikaitkan dengan tekanan tiba-tiba saat gigi tiruan terjatuh dan terbentur pada permukaan yang keras. Hal - hal yang mempengaruhi kekuatan impak pada resin akrilik polimerisasi panas diantaranya teknik pengadukan, kandungan monomer sisa, teknik pengepresan, dan proses curing. Pada saat melakukan proses curing, jika tidak dilakukan dengan sempurna akan terbentuk porus. Resin akrilik

polimerisasi panas yang digunakan sebagai basis gigi tiruan memerlukan kekuatan impact sebesar $2 \times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$ (Power dan Sakaguchi 2006).

2.4.3.3 Sifat kimiawi

Sifat kimiawi dari resin akrilik polimerisasi panas (RAPP) berkaitan dengan penyerapan air dan kelarutan. RAPP dalam proses penyerapan air memiliki sifat reversible, dimana RAPP mampu melakukan absorpsi maupun desorpsi yang dipengaruhi oleh perubahan suhu atau kelembaban di sekitarnya. Penyerapan air oleh molekul pada resin akrilik polimerisasi panas (RAPP) adalah sebesar $0,69 \text{ mg/cm}^2$ dan pada setiap 1 % kenaikan berat air yang diabsorpsi akan terjadi ekspansi sebesar 0,23%. Pada saat kondisi kering, air yang diserap akan menghilang dan membuat RAPP kembali menyusut (Anusavice 2004). Berdasarkan spesifikasi ADA No. 12 menyatakan bahwa resin akrilik yang digunakan sebagai basis tidak boleh memiliki kelarutan lebih dari $0,04 \text{ mg/cm}$. Hal ini penting dikarenakan penyerapan air dapat menyebabkan perubahan pada dimensi resin akrilik. (Anusavice dkk. 2012).

2.4.3.4 Sifat biologis

Sifat biologis adalah sifat suatu bahan yang tampak secara biologis. Sifat biologis resin akrilik polimerisasi panas (RAPP) adalah biokompatibel. Biokompatibel yang dimiliki bahan basis gigi tiruan RAPP dapat beradaptasi secara baik dengan mukosa rongga mulut, tidak toksik, dan tidak larut dalam saliva. Sifat biokompatibilitas dipengaruhi oleh karakteristik permukaan

bahan, lamanya terpapar, jenis dan lokasi jaringan lunak pasien yang akan terpapar oleh bahan. (Anusavice 2012).

2.4.4 Kelebihan dan Kekurangan Resin Akrilik Polimerisasi Panas

Menurut McCabe & Walls (2011) kelebihan dari penggunaan resin akrilik polimerisasi panas (RAPP) sebagai basis gigi tiruan adalah harga yang relatif murah, memiliki estetika yang sangat baik karena warna yang menyerupai gusi, memiliki warna cukup stabil, tidak larut dalam cairan rongga mulut, manipulasi dan pembuatannya mudah, mudah direparasi, tahan terhadap dayapertumbuhan bakteri, relatif stabil dalam penyimpanan dan mempunyai berat yang ringan yaitu sekitar 1,18 gr/cm³.

2.5 Penyerapan Air Pada Resin Akrilik Polimerisasi Panas

2.5.1 Pengaruh Penyerapan Air Pada RAPP

Penyerapan yang terjadi pada basis gigi tiruan dapat menyebabkan berkurangnya kekuatan mekanis dari suatu basis gigi tiruan. Pada resin akrilik polimerisasi panas (RAPP) molekul air dapat berpenetrasi ke dalam ruang mikroporositas dan menembus massa PMMA atau disebut juga resin poli(metil metakrilat) secara difusi serta menempati ruang diantara rantai polimer, sehingga rantai polimer akan merenggang dan melunak kemudian menyebabkan berkurangnya kekuatan mekanis bahan. Semakin lama resin akrilik berkontak dengan air, maka akan semakin banyak molekul air yang berpenetrasi dan menempati ruangan diantara rantai polimer (Felycia 2021).

Penyerapan air oleh molekul pada resin akrilik polimerisasi panas (RAPP) adalah sebesar 0,69 mg/cm² dan diperkirakan bahwa setiap 1% peningkatan berat disebabkan karena penyerapan air, resin akrilik mengalami

ekspansi linier sebesar 0,23%. Molekul air juga mengganggu ikatan rantai polimer dan karenanya mengubah karakteristik fisik polimer tersebut. Ini memungkinkan terjadinya relaksasi tekanan selama polimerisasi. Begitu tekanan (stress) dihilangkan, resin terpolimerisasi dapat mengalami perubahan bentuk karena adanya air memberikan efek yang nyata pada sifat fisik dan dimensional dari resin basis, koefisien difusi juga perlu diperhatikan. Koefisien difusi dari air pada protesa resin akrilik teraktivasi panas umumnya adalah $1,08 \times 10^{-12} \text{ m}^2/\text{detik}$ pada 37°C . Untuk resin yang teraktivasi secara kimia, koefisien difusi air adalah $2,34 \times 10^{-12} \text{ m}^2/\text{detik}$. Karena koefisien difusi air dari resin protesa relatif rendah, waktu yang diperlukan bagi basis protesa untuk menjadi jenuh cukup besar. Ini tergantung pada ketebalan resin, serta kondisi penyimpanan. Basis protesa umumnya memerlukan periode 17 hari untuk menjadi jenuh dengan air (Anusavice dkk. 2012).

2.5.2 Faktor Yang Mempengaruhi Penyerapan Air

Penyerapan air pada basis gigi tiruan resin akrilik polimerisasi panas dipengaruhi oleh kondisi permukaan basis gigi tiruan tersebut dimana semakin kasar permukaannya maka penyerapan air semakin besar. Pada dasarnya penyerapan air suatu bahan basis gigi tiruan bergantung pada jenis bahan, struktur kimia rantai polimer, porositas dan ketebalan bahan tersebut. Selain itu, penyerapan air juga dipengaruhi oleh teknik pemolesan, kekasaran permukaan, monomer sisa dan lamanya perendaman. (Ariyani dkk 2016).

Menurut Wahyuni (2022) semakin tinggi tingkat penyerapan air suatu bahan basis gigi tiruan maka semakin tinggi pula nilai yang terserap ke rantai polimer bahan basis gigi tiruan tersebut. Penyerapan air yang terlalu tinggi

pada bahan basis gigi tiruan memengaruhi sifat material dan mengakibatkan masa pakai gigi tiruan berkurang, hal ini dikarenakan penyerapan air dari basis gigi tiruan menyebabkan perubahan warna, halitosis dan perubahan dimensi.

2.5.3 Uji Tingkat Penyerapan Air

Uji penyerapan air dilakukan dengan membandingkan berat basis sebelum dan sesudah direndam akuades. Setelah sampel dipoles dengan *edible coating* sampel dimasukkan ke dalam desikator selama 24 jam untuk proses pengeringan. Proses pengeringan ini merupakan prosedur dari uji penyerapan air. Setelah sampel dikeringkan menggunakan desikator dan ditimbang untuk memperoleh nilai M_0 , kemudian sampel direndam dalam akuades selama 7 hari dengan suhu 37°C menggunakan inkubator. Setelah 7 hari perendaman, sampel dikeluarkan dan dikeringkan dengan menggunakan kain selama 15 detik, kemudian sampel dimasukkan ke desikator selama 24 jam. Sampel dikeringkan, kemudian ditimbang kembali untuk memperoleh M_t . Nilai penyerapan air ditentukan sesuai dengan rumus yang telah ditentukan oleh ISO 4049/2000.

Rumus yang digunakan :

$$\text{Penyerapan air (Wsp)} = \frac{(M_t - M_0)}{M_0} \times 100$$

Keterangan :

- *Water sorption* (Wsp) = nilai penyerapan air ($\mu\text{g}/\text{mm}^3$)
- *Dry Mass* (M_t) = berat sampel sebelum perendaman (μg)

- *Final dry mass* (M_0) = berat sampel setelah perendaman dan dikeringkan dengan desikator (μg)

2.6 Kitosan

2.6.1 Definisi Kitosan

Kitosan pertama kali ditemukan oleh Rouget pada tahun 1985 dimana Kitosan terdiri dari D-glukosamin β - (1-4) dan N-asetil-D-glukosamin yang merupakan biopolimer alami di alam setelah selulosa yang memiliki rantai linear dengan rumus struktur $(\text{C}_6\text{H}_{11}\text{NO}_4)_n$ dan merupakan hasil N-diasetilisasi dari kitin. Kitin berasal dari eksoskeleton krustasea seperti kepiting, udang, dan lobster. Persediaan limbah laut yang cukup besar di Indonesia menjadikan limbah laut sebagai sumber kitin, sangat berpotensi menjadikan kitosan mudah diperoleh di alam. (Adiana & Syafiar 2014).

Kitosan merupakan polimer yang baik untuk aplikasi biomedis dan farmasetik dikarenakan banyak memiliki keunggulan seperti *biodegradable*, *biocompatible*, sifat mekanis baik, sifat pembentukan lapisan baik, penghambat aktivitas cairan dari lingkungan sekitar, murah, menghambat O_2 dan CO_2 secara baik, bersifat antimikroba serta memiliki viskositas tinggi dan tidak bersifat toksik (Shit & Pathik, 2014). Kitosan juga dapat membentuk sebuah membran yang berfungsi sebagai *adsorben* pada waktu terjadinya pengikatan zat organik maupun zat anorganik oleh kitosan, hal ini yang menyebabkan kitosan lebih banyak manfaatnya jika dibandingkan dengan kitin (Sanjaya & Yuanita 2007). Menurut Adiana & Syafiar (2014) Kitosan tidak larut dalam air, alkali dan asam mineral encer kecuali dibawah kondisi tertentu yaitu dengan adanya sejumlah pelarut asam sehingga dapat larut

dalam air, methanol, aseton dan campuran lainnya. Kelarutan kitosan dipengaruhi oleh bobot molekul dan derajat deasetilasi. Komposisi kimia kitosan adalah 40,30% karbon; 5,83% hidrogen dan 6,35% nitrogen.

2.6.2 Manfaat Kitosan

Pada saat ini penggunaan bahan yang berasal dari alam yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas produk baik di bidang industri maupun di bidang kesehatan khususnya di bidang kedokteran gigi terus mengalami perkembangan secara pesat. Kitosan merupakan salah satu biomaterial yang belakangan ini terus dikembangkan karena memiliki berbagai manfaat medis dan telah terbukti tidak membahayakan bila digunakan pada manusia. Kitosan memiliki beberapa sifat yang menguntungkan, yaitu biokompatibilitas yang baik, biodegradable, mukoadhesi, tidak bersifat toksik, tidak menyebabkan reaksi imunologi, dan tidak menyebabkan kanker (Sugita dkk. 2009). Kitosan dalam bidang kedokteran gigi digunakan sebagai bahan dressing saluran akar, antibakterial, bahan penyembuh luka atau regenerasi tulang, serta digunakan untuk memperbaiki sifat material kedokteran gigi lainnya.

Menurut Kurniasih & Kartika (2009) kitosan dapat digunakan sebagai antimikroba karena mempunyai gugus NH_2^+ yang mampu berinteraksi dengan permukaan sel bakteri yang bermuatan negatif, kemudian mengubah permeabilitas permukaan sel bakteri sehingga penyusun sel bakteri seperti asam amino, protein dan glukosa akan hilang.

Menurut Firdaus & Hartono (2019) Sifat antibakteri kitosan dapat digunakan sebagai pembalut luka karena memiliki kemampuan untuk mempercepat penyembuhan luka. Membran kitosan banyak digunakan dalam

bidang medis sebagai asuhan luka karena bermanfaat dalam penyembuhan luka, seperti memberikan efek proliferasi sel fibroblas kulit manusia dan sel keratinosit secara *in vitro*.

Kitosan juga dapat memperbaiki sifat material di bidang kedokteran gigi dengan cara memodifikasi atau menambahkan kitosan dengan material kedokteran gigi lainnya. Diantaranya dengan penambahan gel kitosan pada alginat dapat memperbaiki struktur ikatan silang, akibatnya ikatan silang gel menjadi lebih kaku dan gel menjadi lebih kuat. Semakin tinggi nilai kekuatan pecah gel, maka ikatan yang terjadi antara polimer-polimer yang membentuk jaringan gel tersebut semakin kaku dan semakin kuat. (Adiana & Syafiar 2014).

Dalam upaya meningkatkan kualitas material kedokteran gigi, kitosan dimodifikasi menjadi partikel yang lebih kecil sampai mengarah ke bentuk nano partikel sehingga dapat memperkuat ikatan yang ada pada bahan kedokteran gigi serta meningkatkan daya absorpsinya. Sesuai dengan “*European Commission’s Recommendation*”, nanomaterial atau nano partikel dapat dijelaskan sebagai bahan alami atau sintetis yang mengandung partikel, dalam keadaan terikat atau tidak terikat, dimana 50% atau lebih partikel berada dalam rentang 1–100 nm (Raura dkk. 2020). Modifikasi kimia kitosan menjadi suspensi nanokitosan sehingga dapat meningkatkan kapasitas serapnya. Pembentukan suspensi terjadi karena adanya ikatan silang pada rantai panjang polimer dalam jumlah yang cukup banyak terbentuk struktur kaku dan tegar yang tahan terhadap gaya/tekanan tertentu (Sugita dkk. 2009).

Ukuran kitosan nano partikel dapat diukur dengan menggunakan alat PSA (*Particle Size Analysis*).

2.6.3 Definisi Nanokitosan

Nanokitosan adalah bentuk kitosan yang memiliki ukuran partikel dalam rentang nanometer (10-1000 nm), yang dihasilkan dari proses modifikasi kitosan. Kitosan sendiri adalah polimer alami yang diperoleh dari deasetilasi kitin, yang merupakan komponen utama pada cangkang hewan seperti udang dan kerang. Nanokitosan memiliki sifat unik, seperti biokompatibilitas, biodegradabilitas, dan kemampuan untuk meningkatkan kekuatan mekanis, sehingga banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk bidang kesehatan dan pengawetan makanan (Haryono, 2024).

2.6.4 Cangkang Udang Windu (*Penaeus monodon*)

Jenis udang windu (*Penaeus monodon*) merupakan salah satu jenis udang yang memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi, sehingga berbagai upaya telah dilakukan oleh petani tambak dalam meningkatkan produksi udang windu. Ditinjau dari morfologinya, tubuh udang windu (*Penaeus monodon*) terbagi menjadi dua bagian, yaitu bagian kepala yang menyatu dengan bagian dada disebut cephalothorax dan bagian perut (abdomen) yang terdapat ekor di bagian belakangnya. Kepala-dada terdiri dari 13 ruas, yaitu kepala dengan 5 ruas dan dada 8 ruas, sedangkan bagian perut terdiri atas segmen dan 1 telson (Suyanto & Mujiman 1994).



Di bagian kepala sampai dada anggota tubuh lainnya yang berpasangan. Jika diurutkan dari muka ke belakang adalah sungut kecil (antennula), sirip kepala (scaphocerite), sungut besar (antenna), rahang (mandibula), alat pembantu rahang (maksila), dan kaki jalan (pereiopoda). Di bagian perut terdapat lima pasang kaki renang (pleopoda). Ujung ruas ke-6 arah belakang membentuk ujung ekor (telson), di bawah pangkal ujung ekor terdapat lubang dubur (anus). Alat kelamin jantan disebut petasma terdapat pada pangkal pereiopoda kelima, sedangkan alat kelamin betina disebut thelicum yang terdapat pada pangkal pereiopoda ketiga (Suyanto & Mujiman 1994).

Klasifikasi udang windu adalah sebagai berikut :

Tabel 2. 1 Klasifikasi udang windu



Filum	: Arthropoda
Sub-filum	: Mandibulata
Kelas	: Crustacea
Sub-kelas	: Malcostraca
Ordo	: Decapoda
Sub-ordo	: Matantia
Famili	: Penaedae
Genus	: Penaeus
Species	: Penaeus monodon

Seluruh tubuh udang windu (*Penaeus monodon*) tertutup oleh kerangka luar yang disebut *eksoskeleton* yang terbuat dari zat kitin. Bagian kepala ditutupi oleh cangkang kepala yang ujungnya meruncing disebut *rostru*. Kerangka tersebut mengeras, kecuali pada sambungan antara dua ruas tubuh yang berdekatan. Hal ini yang memudahkan udang windu untuk bergerak (Suyanto & Mujiman 1994).

2.6.5 Kandungan Cangkang Udang Windu (*Penaeus monodon*)

Penyusun utama cangkang udang adalah kitin, suatu polisakarida alami yang memiliki banyak kegunaan, seperti sebagai bahan pengkelat, pengemulsi dan adsorben. (Rani dkk. 2018). Cangkang udang mengandung

beberapa komponen seperti pigmen, mineral, protein, dan kitin. Berdasarkan hasil analisis cangkang udang diperoleh kadar air ($12,09 \pm 0,008\%$), kadar abu ($24,42 \pm 0,004\%$), dan kadar protein ($20,27 \pm 0,06\%$). Hasil penelitian Isa dkk (2012) cangkang udang mengandung protein (15,05%) dan kitin (8,15%). Ploydee dan Chaiyana (2014) menyatakan limbah kepala udang segar mengandung air ($86,1 \pm 2,2\%$), abu ($22,2 \pm 0,6\%$), protein kasar ($40,7 \pm 2,7\%$), lemak ($13,9 \pm 1,1\%$), dan kitin (23,2%). Semua komponen dari cangkang udang dapat diisolasi dan diekstraksi dengan menerapkan sistem zero waste sehingga limbah udang tersebut memiliki nilai ekonomis yang tinggi (Teguh & Oktavianna 2003).

Produksi limbah cangkang udang semakin meningkat, hal ini dapat dilihat dari banyaknya masyarakat yang berlomba-lomba membuka rumah makan yang menu utamanya adalah udang. Pada umumnya produsen hanya mengambil bagian dagingnya saja. Sementara bagian kepala, ekor dan cangkangnya dibuang dan menjadi limbah. Pada Limbah cangkang udang terdiri dari tiga komponen utama yaitu protein (25%- 44%), kalsium karbonat (45%-50%), dan kitin (15%- 20%). Kandungan kitin pada limbah cangkang udang sekitar 20%-50% berat kering. Polimer kitin tersusun dari monomer monomer; 2-asetamida-2-deoksi-D- Glukosa (N-asetil glukosamin) (Horton 2002). Kitin dari limbah cangkang udang dapat diubah menjadi kitosan melalui beberapa tahapan proses. Kitosan hasil deasetilasi dari kitin telah luas digunakan di berbagai industri seperti industri makanan,

pengolahan air, pertanian dan bioteknologi, serta untuk aplikasi medis dan kosmetika (Sofia dkk. 2010).

2.6.6 Pembuatan Kitosan Cangkang Udang Windu

Menurut Agustina & Kurniasih (2013), proses pembuatan kitosan cangkang udang dilakukan melalui proses sebagai berikut.

1. Persiapan bahan

Limbah cangkang udang direbus selama 15 menit, kemudian dicuci dengan air bersih agar kotoran pada cangkang udang hilang, lalu dikeringkan dalam oven pada suhu 110-120°C selama kurang lebih satu jam, kemudian dimasukkan ke dalam desikator, dan ditimbang sampai didapatkan berat konstan. Setelah kering kemudian hasilnya dihaluskan dan diayak dengan ayakan berukuran 100 mesh.

2. Demineralisasi (penghilangan mineral)

Serbuk cangkang udang yang sudah dihaluskan hingga berukuran 100 mesh tersebut ditambahkan larutan HCl 1,5 M dengan perbandingan 1:15 (b/v). Campuran dipanaskan pada suhu 40-50°C selama 4 jam sambil dilakukan pengadukan dengan kecepatan 50 rpm, kemudian dilakukan sentrifugasi selama 15 menit pada kecepatan 2000 rpm, sehingga diperoleh dalam bentuk supersenatan. Padatan yang diperoleh kemudian dicuci dengan aquades untuk menghilangkan HCl yang tersisa. Filtrat terakhir yang diperoleh diuji dengan AgNO₃. Bila sudah tidak terbentuk endapan putih maka sisa ion Cl⁻ yang terkandung sudah

hilang. Selanjutnya padatan dikeringkan pada *oven* dengan temperatur 80°C selama 24 jam dan diperoleh serbuk cangkang udang tanpa mineral yang kemudian didinginkan dalam desikator.

3. Deproteinasi (penghilangan protein)

Serbuk cangkang udang yang didapatkan dari hasil demineralisasi ditambahkan larutan NaOH 3,5% dengan perbandingan 1:10 (b/v) antara pelarut dengan sampel. Campuran tersebut dipanaskan pada suhu 40 -50oC selama 4 jam sambil dilakukan pengadukan dengan kecepatan 50 rpm kemudian dilakukan sentrifugasi selama 15 menit pada kecepatan 2000 rpm, sehingga dapat diperoleh hasil dalam bentuk supersenatan. Filtrat terakhir yang diperoleh diuji dengan indikator PP, bila tidak terjadi perubahan warna merah bata maka sisa ion OH⁻ yang terkandung sudah hilang. Selanjutnya padatan disaring dan didinginkan sehingga diperoleh kitin yang kemudian dicuci dengan aquades. Padatan yang diperoleh dikeringkan dalam *oven* 80°C selama 24 jam kemudian didinginkan dalam desikator.

4. Deasetilasi

Hasil yang diperoleh dari proses deproteinasi dilanjutkan dengan proses deasetilasi dengan menambahkan NaOH 60% dengan perbandingan 1:20 (b/v). Campuran diaduk dan dipanaskan pada suhu 40 -50oC selama 4 jam dengan kecepatan pengadukan 50 rpm kemudian dilakukan sentrifugasi selama 15

menit pada kecepatan 2000 rpm, sehingga diperoleh padatan diperoleh padatan dalam bentuk supersenatan. Padatan yang diperoleh dinetralkan dengan aquades sampai pH menjadi netral. Padatan kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 80°C selama 24 jam.

2.6.7 Pembuatan Nanokitosan Cangkang Udang Windu (*Penaeus monodon*)

Nanokitosan dibuat dengan menggunakan metode gelasi ionik, yaitu kompleksasi polielektrolit antara kitosan yang bermuatan positif dengan tripolifosfat yang bermuatan negative. Larutan kitosan konsentrasi 0,2% dibuat dengan cara melarutkan kitosan kedalam larutan asam asetat 1%, kemudian dihomogenkan menggunakan magnetic stirrer pada suhu ruang selama 1 jam. Larutan Tripolyphosphate (TPP) konsentrasi 0,1% dibuat dengan cara melarutkan TPP kedalam aquades, kemudian disaring untuk menghilangkan sisa partikel tidak terlarut.

Nanokitosan dibuat dengan cara : larutan kitosan sebanyak 50 ml dituangkan ke dalam beaker, kemudian diaduk menggunakan magnetic stirrer. Larutan TPP pada rasio volume kitosan TPP 5:1 ditambahkan secara perlahan- lahan ke dalam larutan kitosan, sehingga terbentuk suspensi nano-partikel. Pengadukan terus dilakukan selama 1 jam agar proses ikatan silang berlangsung secara sempurna. Suspensi nano-partikel yang terbentuk kemudian dikarakterisasi (Nadia dkk. 2014).

2.6.8 Penambahan Nanokitosan Cangkang Udang Windu (*Penaeus monodon*)

Pada Resin Akrilik Polimerisasi Panas

Menurut Anusavice (2013), pencampuran dua atau lebih bahan dapat menghasilkan distribusi bahan secara heterogen atau homogen. Homogenitas campuran akan mempengaruhi sifat mekanik suatu bahan. Hasil pencampuran homogen dapat terjadi apabila zat yang dicampur mempunyai parameter kelarutan yang sama atau mendekati. Namun, kitosan dan resin akrilik mempunyai parameter kelarutan yang berbeda yaitu 38,49 $\text{Joule}^{1/2}\text{cm}^{3/2}$ untuk resin akrilik dan 41 $\text{Joule}^{1/2}\text{cm}^{3/2}$ untuk kitosan, dengan demikian resin akrilik dan kitosan menghasilkan campuran yang tidak homogen sehingga memerlukan suatu bahan penghubung atau *coupling agent*.

Maleat anhidrat dan asam lemah asam akrilat serta aseton sebagai bahan pelarut termasuk ke dalam kategori *coupling agent*. Reaksi antara resin akrilik dengan kitosan dan asam akrilat dalam pelarut aseton melibatkan gugus NH_2^+ yang bersifat basa pada kitosan dengan karboksilat ($\text{C}=\text{O}$) pada asam akrilat yang bersifat asam. Asam akrilat bereaksi dengan resin akrilik pada waktu terjadi polimerisasi, sehingga kitosan yang telah bereaksi dengan asam akrilat tersebut dapat tercampur dengan baik dengan resin akrilik. Aseton adalah pelarut yang tidak ikut bereaksi dan menguap atau hilang pada saat zat yang dilarutkan bereaksi (Ismayati dkk. 2017).

2.7 *Edible coating*

2.7.1 Definisi *Edible Coating*

Edible coating merupakan bahan pelapis makanan berbentuk tipis dengan ketebalan 0,35 mm yang dapat dikonsumsi dengan produk yang dikemas, selain itu *edible coating* dapat digunakan sebagai penghambat transfer massa (misalnya kelembaban, oksigen, lemak dan zat terlarut lainnya), sebagai *carrier* bahan makanan atau aditif dan untuk meningkatkan ketahanan makanan. Bahan pelapis *edible coating* lebih dapat diterima oleh masyarakat dibandingkan dengan pelapis dengan bahan polimer sintetis. Kelebihan dari bahan tersebut yaitu memiliki kemampuan antimikroba dan antioksidan. *Edible coating* dapat digunakan sebagai penghambat laju difusi cairan dengan cara melapiskan *edible coating* pada permukaan bahan yang akan dilapisi. Selain sebagai penghambat laju difusi, *edible coating* juga melindungi produk dari kerusakan mekanis dengan mengurangi transmisi uap air, aroma dan lemak dari bahan makanan yang dikemas (Putra dkk 2015).

Edible coating dalam kajiannya digunakan untuk memperpanjang umur masa simpan produk makanan dengan cara membantu mempertahankan integritas struktural dan mencegah hilangnya senyawa-senyawa volatil penyebab aroma khas pada bahan pangan tertentu. Bahan dasar pembuatan *edible coating* dapat digolongkan menjadi tiga kelompok yaitu hidrokoloid (protein dan polisakarida), lipid (asam lemak dan wax) dan komposit (hidrokoloid dan lipid). Bahan dasar pembentuk *edible coating* sangat memengaruhi sifat-sifat *edible coating* itu sendiri. *Edible coating* yang

berasal dari hidrokoloid memiliki sifat mekaniknya yang baik dan meningkatkan kekuatan fisik yang dilapisinya (Siti Wahyuni 2023).

Edible film/coating yang berasal dari hidrokoloid terutama karbohidrat jenis pektin menjadi barrier yang baik terhadap oksigen, karbondioksida, memiliki sifat mekanik yang diinginkan serta dapat meningkatkan kesatuan struktural produk. Sifat dari film hidrokoloid ini umumnya adalah mudah larut dalam air sehingga menguntungkan dalam pemakaiannya (Kester dan Fennema, 1986 dalam Bourtoom, 2008).

2.7.2 Bahan Pembuatan *Edible Coating*

Bahan dasar pembuatan *edible coating* dapat digolongkan menjadi tiga kelompok yaitu hidrokoloid (protein dan polisakarida), lipid (asam lemak dan wax) dan komposit (hidrokoloid dan lipid). Bahan dasar pembentuk *edible coating* sangat memengaruhi sifat-sifat *edible coating* itu sendiri. *Edible coating* yang berasal dari hidrokoloid memiliki sifat mekaniknya yang baik dan meningkatkan kekuatan fisik yang dilapisinya (Siti Wahyuni 2023).

Bahan yang digunakan untuk *edible coating* pada basis gigi tiruan, seperti nanokitosan (kitosan dengan ukuran nanopartikel) cangkang udang windu aman untuk kontak dengan mulut, gusi, dan jaringan lunak lainnya. Coating ini terbuat dari bahan alami yang dapat terurai secara alami dalam tubuh atau di lingkungan, sehingga tidak membahayakan kesehatan pemakai bila dibandingkan dengan coating biasa yang terdiri dari bahan kimia sintetis yang tidak dimaksudkan untuk dikonsumsi atau bersentuhan dengan jaringan tubuh. Penelitian menunjukkan bahwa penambahan suspensi nanokitosan dalam konsentrasi tertentu (misalnya 1% v/v) dapat meningkatkan sifat

antibakteri dari edible coating. Nanokitosan ini menunjukkan sifat mekanik yang kuat dan fleksibel, serta memiliki kemampuan yang baik dalam mencegah terjadinya penyerapan terhadap air, menjadikannya pilihan yang sangat tepat untuk aplikasi sebagai pelapis pada produk makanan (Rosida dkk. 2021).

Edible film/coating yang berasal dari hidrokoloid terutama karbohidrat jenis pektin menjadi barrier yang baik terhadap oksigen, karbondioksida, memiliki sifat mekanik yang diinginkan serta dapat meningkatkan kesatuan struktural produk. Sifat dari film hidrokoloid ini umumnya adalah mudah larut dalam air sehingga menguntungkan dalam pemakaiannya (Kester dan Fennema, 1986 dalam Bourtoom, 2008).

2.7.3 Kelebihan *Edible Coating*

Menurut Rosida (2021) *edible coating* memiliki beberapa kelebihan diantaranya :

1. Penggunaan *edible coating* dapat memberikan keuntungan lingkungan, serta keuntungan biaya dan kenyamanan, lebih konvensional sistem kemasan sintesis.
2. *Edible coating* menunjukan potensi untuk mengendalikan transfer kelembaban, oxygen, lipid, aroma dan rasa senyawa dalam sistem makanan, dengan hasil peningkatan kualitas makanan.
3. Tergolong dalam kemasan yang lebih murah dibandingkan dengan kemasan yang lainnya seperti plastik.
4. *Edible coating* dapat menyediakan perlindungan untuk produk segar dan dapat memberikan efek yang sama dengan

modifiedatmospherestorage menyesuaikan dengan komposisi gas internal. Keberhasilan edible coating tergantung pada pemilihan film yang memberikan komposisi gas internal dikehendaiki sesuai dengan produk tertentu.

2.7.4 Cara Pembuatan *Edible Coating*

Terbuat dari zein merupakan protein terkecil, seperti kolagen dan gelatin, digunakan secara komersial pada ediblecoating. Pembungkusan zein digunakan dengan O₂, lemak, dan mostuire dinding dari kacang,permen konveksioner dan makanan lain. Proses zein terdiri dari 3 tahap. Tebung zein di larutkan pada suhu hangat, aquaeus etil alkohol atau isopropanol. Plasti seperti propilene glikol atau gliserin di tambahkan untuk meningkatkan Fleksibelitascounting. Produk akan di bungkus dalam penyemprotan dengan brush Zein- plasticizersolution. Anto oksidan seperti BHT atau BHA ditambahkan pada oksidasi lipid, dan minyak sayur untuk menahan sinar. Proses counting di bentuk untuk produk pada permukaan pelarut yang menguap (Han,2005).

2.7.5 Tahapan Pembuatan *Edible Coating* Nanokitosan

Menurut Rosida (2021) proses pembuatan *edible coating* nanokitosan dilakukan melalui proses pelarutan, pemanasan, pengadukan, penyaringan, penuangan larutan pada cetakan, pengeringan dan pengelupasan film dari cetakan. Prosedur pembuatan *edible coating* menurut metode Vojdani dan Torres (1989) dalam Butler (1996) sebagai berikut :

1. Pelarutan

Masing - masing komposisi kitosan dilarutkan dengan asam asetat Glasial 1%. Proses pelarutan dilakukan sedikit demi sedikit agar tercapai suatu hasil yang sempurna.

2. Pemanasan dan pengadukan

Larutan kitosan yang sudah tercampur dipanaskan pada suhu 50°C selama 60 menit dengan pengadukan menggunakan *magneticstirrer*. Proses pengadukan ini untuk penyempurnaan pembentukan gel campuran kitosan dan asam asetat.

3. Penyaringan

50°C selama 60 menit dengan pengadukan menggunakan *magneticstirrer*. Proses pengadukan ini untuk penyempurnaan pembentukan gel campuran kitosan dan asam asetat.

4. Pemanasan dan Penambahan *Plasticizer*

Larutan nanokitosan yang sudah disaring kemudian dipanaskan kembali pada suhu 50C selama 15 menit, selama pemanasan dilakukan dengan penambahan *plasticizier*.

5. Penuangan

Larutan *edible coating* nanokitosan dituangkan ke media cetak, dan dikeringkan pada suhu oven 60°C selama 6 jam.

2.7.6 Pelapisan *Edible Coating* Kitosan Pada Resin Polimerisasi Panas

Pelapisan nanokitosan pada resin akrilik polimerisasi panas dilakukan dengan menuangkan larutan I nanokitsan cangkang udang windu sebanyak 250ml ke dalam gelas beker kemudian sampel dimasukkan dan didiamkan

selama 5 menit. Pastikan setiap permukaan sampel tidak ada yang berhipit dengan permukaan gelas beker atau permukaan sampel lainnya. Setelah 5 menit, sampel diangkat dan dikeringkan di udara dengan cara meletakkan sampel di atas glasslab dalam posisi tegak kurang lebih selama 1 jam (Felcia dan Tarigan. 2021).

Nanokitosan yang digunakan untuk melapisi RAPP bersifat hidrofobik. Rantai kitosan antara satu dengan yang lainnya berasosiasi melalui ikatan hidrogen yang sangat kuat antara gugus N-H dari satu rantai dengan gugus C=O dari rantai lain yang berdekatan serta membentuk ikatan hidrogen dengan PMMA dengan cara melepaskan ikatan hidrogen dari kitosan. Ikatan hidrogen ini menyebabkan kitosan tidak larut dalam air membentuk serabut fibril. (Felcia. 2021).

Resin akrilik cenderung menyerap air jika terpapar dalam waktu lama, yang dapat menyebabkan perubahan bentuk (misalnya, pembengkakan atau deformasi), menurunnya kekuatan mekanik, dan peningkatan kerentanannya terhadap kerusakan. Nanokitosan dapat membentuk penghalang pada permukaan yang mencegah air masuk ke dalam matriks akrilik, sehingga mengurangi potensi degradasi material.

Edible coating yang mengandung nanokitosan cangkang udang windu menimbulkan Interaksi Hidrogen dan Ikatan Kovalen, dimana gugus amino ($-NH_2$) pada nanokitosan dapat berinteraksi dengan gugus karbonil ($-C=O$) dan gugus ester pada permukaan akrilik melalui ikatan hidrogen. Interaksi ini memperkuat ikatan antara lapisan kitosan dan matriks resin sehingga lapisan nanokitosan yang terbuat dari nanopartikel ini mampu mengikat air dan larut

dalam asam asetat sehingga mampu digunakan untuk mempertahankan kekuatan transversal (Felcia dan Tarigan, 2021).

2.7.7 Uji Tingkat Penyerapan Air Pada Plat Resin Akrilik Polimerisasi Panas

Uji kelarutan/sorpsi dalam air dilakukan sesuai dengan standar ISO 20795-1:2013. Uji penyerapan air dilakukan dengan membandingkan berat basis sebelum dan sesudah direndam akuades. Setelah sampel dipoles dengan *edible coating* sampel dimasukkan ke dalam desikator selama 24 jam untuk proses pengeringan. Proses pengeringan ini merupakan prosedur dari uji penyerapan air. Setelah sampel dikeringkan menggunakan desikator dan ditimbang untuk memperoleh nilai M_0 , kemudian sampel direndam dalam akuades selama 7 hari dengan suhu 37°C menggunakan inkubator. Setelah 7 hari perendaman, sampel dikeluarkan dan dikeringkan dengan menggunakan kain selama 15 detik, kemudian sampel dimasukkan ke desikator selama 24 jam. Sampel dikeringkan, kemudian ditimbang kembali untuk memperoleh M_t . Nilai penyerapan air ditentukan sesuai dengan rumus yang telah ditentukan oleh ISO 4049/2000.

Rumus yang digunakan :

$$\text{Penyerapan air (Wsp)} = \frac{(M_0 - M_t)}{M_0} \times 100$$

Keterangan :

- *Water sorption* (Wsp) = nilai penyerapan air ($\mu\text{g}/\text{mm}^3$)
- *Dry Mass* (M_0) = berat sampel sebelum perendaman (μg)
- *Final dry mass* (M_t) = berat sampel setelah perendaman dan dikeringkan dengan desikator (μg)

2.7.8 Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)

Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) merupakan salah satu teknik analitik yang sangat baik dalam proses identifikasi struktur molekul suatu senyawa. Komponen utama spektroskopi FTIR adalah interferometer michelson yang mempunyai fungsi menguraikan radiasi inframerah menjadi komponen-komponen frekuensi. Keunggulan metode FTIR dibandingkan metode spektroskopi inframerah konvensional maupun metode spektroskopi yang lain diantaranya adalah informasi struktur molekul dapat diperoleh secara tepat dan akurat. Prinsip kerja FTIR adalah mengenali gugus fungsi suatu senyawa dari absorbansi inframerah yang dilakukan terhadap senyawa tersebut. Pola absorbansi yang diserap oleh tiap senyawa berbeda-beda, sehingga senyawa-senyawa dapat dibedakan dan dikuantifikasikan. Kesulitan yang ditemukan dalam identifikasi dengan spektroskopi FTIR dapat ditunjang dengan data yang diperoleh dengan menggunakan metode spektroskopi yang lain (Sankari dkk. 2010).



Secara sederhana, prinsip kerja dari alat FTIR adalah untuk mengidentifikasi senyawa, mendeteksi gugus fungsi, dan menganalisis campuran dan sampel yang dianalisis. Pada umumnya, FTIR lebih sering digunakan untuk mengidentifikasi senyawa organik, baik secara kuantitatif maupun kualitatif. Pada riset kuantitatif, FTIR dipakai untuk mengetahui konsentrasi analit dalam sampel. Sedangkan pada riset kualitatif, FTIR dipakai untuk mengidentifikasi gugus-gugus fungsional yang terkandung dalam suatu senyawa (Anam 2007).

