

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Telaah Pustaka

1. Resin Akrilik

a. Resin Akrilik

Resin akrilik adalah salah satu material yang sering digunakan dalam Kedokteran Gigi, terutama dalam bidang prostodonsia (Combe, 1992). Resin akrilik mulai digunakan sejak pertengahan tahun 1940-an sebagai basis protesa yang menggunakan resin poli(metil-metakrilat). Resin poli(metil-metakrilat) merupakan plastik lentur yang dibentuk dengan menggabungkan molekul-molekul metil metakrilat multiple. Poli(metil-metakrilat) murni memiliki ciri-ciri tidak berwarna, transparan dan padat. Dalam kedokteran gigi untuk mempermudah penggunaannya, polimer diberikan pewarnaan untuk mendapatkan warna dan derajat kebeningan. Pada resin poli(metil-metakrilat) warna dan sifat optiknya akan tetap stabil di bawah kondisi rongga mulut yang normal. Sifat fisik material ini juga telah terbukti sesuai untuk aplikasi kedokteran gigi. Salah satu keuntungan poli(metil-metakrilat) sebagai bahan basis protesa adalah relatif mudah dalam pengerjaannya. Bahan basis protesa poli(metil-metakrilat) pada umumnya di kemas dalam bentuk bubuk dan cairan. Cairan mengandung metil metakrilat tidak terpolimer dan bubuk mengandung resin poli(metil-metakrilat) pra-polimerisasi dalam bentuk butir-butir kecil. Bila cairan dan

bubuk diaduk dengan proporsi yang tepat, akan diperoleh massa yang dapat dibentuk (Anusavice, 2003).

Pada dasarnya, akrilik digunakan sebagai basis gigi tiruan lengkap atau gigi tiruan sebagian. Bahan ini sering digunakan pada pembuatan gigi tiruan karena warna yang menyerupai gingiva, mudah diproses serta memiliki perubahan dimensi yang cukup kecil, dan harga relatif terjangkau. Berdasarkan proses polimerisasinya resin akrilik dibagi sebagai basis gigi tiruan dibagi menjadi tiga jenis yaitu (Combe, 1992):

1. Resin akrilik polimerisasi panas (*heat-cured acrylic resin*) adalah resin akrilik yang membutuhkan proses pemanasan untuk polimerisasi.
2. Resin akrilik swapolimerisasi (*self-cured acrylic resin*) adalah resin akrilik yang memerlukan akselerator kimia untuk proses polimerisasi. Akselerator kimia yang dipakai adalah dimetil-paratoluidin ($\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4\text{N}(\text{CH}_3)_2$). Resin akrilik swapolimerisasi memiliki kekurangan pada stabilitas warna yang kurang baik dibandingkan dengan *heat-cured acrylic resin*.
3. Resin akrilik polimerisasi sinar (*light-cured resin*) adalah resin akrilik yang menggunakan sinar tampak untuk proses polimerisasi. Penyinaran pada umumnya selama 5 menit dengan gelombang cahaya sebesar 400-500 nm sehingga dibutuhkan unit kuring yang khusus dengan menggunakan empat buah lampu halogen ultraviolet.

Resin akrilik polimerisasi panas (*heat-cured acrylic resin*) merupakan material yang saat ini sering digunakan untuk membuat basis gigi tiruan resin akrilik. Proses polimerisasinya menggunakan pemanasan air di dalam *waterbath*. Selain itu juga bisa dengan menggunakan oven gelombang mikro (Anusavice, 2003).

b. Komposisi Resin Akrilik Polimerisasi Panas (*heat-cured acrylic resin*)

Komposisi resin akrilik polimerisasi panas terdiri dari (Craig, 2002):

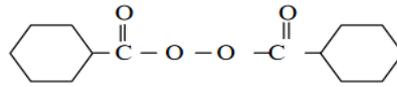
1) Bubuk

a) Polimer (polimetil metakrilat)

Poli (metil metakrilat) dapat dimodifikasi dengan etil, butyl, maupun alkil metakrilat lainnya untuk menghasilkan bubuk yang lebih tahan terhadap fraktur yang diakibatkan oleh benturan.

b) Inisiator : 0,5 – 1,5% benzoil peroksida atau disobutilazotril

Fungsi dari inisiator adalah menghambat aksi inhibitor dan memulai proses polimerisasi, McCabe (1990) menyatakan jika aktifator memiliki fungsi sebagai pereaksi dengan peroksida dalam bentuk bubuk. Hal ini bertujuan untuk membentuk radikal bebas yang bisa memulai polimerisasi pada monomer. Struktur kimia benzoil peroksida ditunjukkan dalam gambar 1.1 (Craig, et al., 2002)



Gambar 2.1. Struktur kimia inisiator

c) *Plasticizer : dibutyl phthalate*

Plasticizer memiliki fungsi untuk membuat bahan lebih lunak dan lebih mudah dipenetrasi oleh monomer sehingga bahan lebih mudah mencapai tahap *dough*. Resin akrilik biasanya mengandung 2-7% *dibutyl phthalate*.

d) Pigmen

Polimer murni yang salah satunya poli(metil-metakrilat) adalah senyawa bening dan bisa beradaptasi dengan banyak pewarnaan (pigmentasi). Pigmen pada resin akrilik berfungsi untuk memberikan warna yang menyerupai jaringan rongga mulut. Senyawa yang digunakan sebagai pigmen yaitu merkuri sulfide, cadmium sulfid, cadmium selenid, feri oksida, atau karbon hitam dengan kadar 1%. Pigmen ini memiliki syarat yang ideal seperti harus stabil selama pemrosesan dan pemakaian.

2) Cairan, terdiri dari:

a) Monomer (metil metakrilat)

Monomer merupakan cairan jernih dan tidak memiliki warna. Pada suhu ruang, monomer memiliki titik didih 100,3° C, mudah mengalami penguapan, dan mudah terbakar. Menurut McCabe (1990), monomer memiliki viskositas yang

rendah dan memiliki bau yang sangat tajam karena dilepaskan oleh tekanan penguapan yang relative tinggi pada suhu kamar.

b) *Stabilizer* atau inhibitor

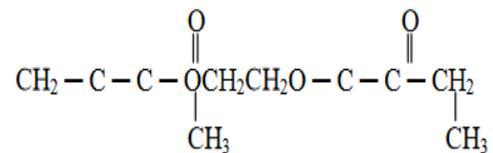
Merupakan bahan berupa 0,06% hidroquinon yang memiliki fungsi untuk mencegah terjadinya polimerisasi selama penyimpanan atau perpanjangan waktu penyimpanan. Menurut McCabe (1990) , jika resin akrilik tidak memiliki kandungan inhibitor poimerisasi monomer dan *cross-linking agen* akan terjadi secara perlahan, bahkan jika dalam suhu kamar atau dibawah suhu kamar tergantung waktu munculnya radikal bebas pada monomer. Apabila terbentuk radikal bebas, viskositas cairan (monomer) akan meningkat dan dapat mengakibatkan monomer menjadi solid(padat). Salah satu fungsi inhibitor adalah bisa bekerja secara cepat terhadap radikal yang terbentuk pada cairan (monomer). Hal ini bertujuan untuk membentuk radikal yang stabil dan tidak memiliki potensi untuk proses polimerisasi dini. Pencegahan yang dapat dilakukan salah satunya adalah menyimpan monomer dalam kaleng atau botol bewarna coklat gelap. Berikut ini merupakan struktur kimia hidroquinon (Craig, et al., 2002).



Gambar 2.2. Struktur kimia inhibitor

c) *Croos- linking agent* : glikol dimetakrilat

Bahan ini ditambahkan pada monomer resin akrilik untuk memperoleh ikatan silang pada polimer. *Cross-linking agent* memiliki ciri khas yaitu pada gugus reaktif $-\text{CR}=\text{CH}-$ yang terletak pada ujung yang berlawanan dari molekul yang memiliki fungsi sebagai penghubung dari molekul-molekul polimer yang panjang. *Croos- linking agent* pada dasarnya dapat meningkatkan ketahanan resin akrilik terhadap keretakan permukaan dan dapat menurunkan solubilitas serta penyerapan air. Struktur kimia glikol dimetakrilat pada gambar 1.3 (Craig, et al., 2002)



Gambar 2.3. Struktur kimia glikol dimetakrilat

c. **Tahap Polimerisasi Resin Akrilik Polimerisasi Panas (*heat-cured acrylic resin*)**

Apabila monomer dan polimer diaduk dalam perbandingan yang tepat, akan dihasilkan campuran yang dapat diproses. Campuran yang akan dihasilkan telah melewati 5 tahap yang berbeda (Anusavice, 2003) yaitu:

1) *Sandy* atau tahap berpasir

Pada tahap ini terdapat sedikit atau tidak ada interaksi pada tingkat molekuler. Butir-butir polimer tetap atau belum mengalami perubahan. Konsistensi adonan dapat digambarkan sebagai ‘kasar’ atau ‘berbutir’.

2) *Stringy* atau tahap berbenang

Monomer mulai memasuki setiap butir polimer. Beberapa rantai polimer terdispersi dalam monomer cair. Rantai-rantai polimer ini melepaskan ikatan, sehingga meningkatkan kekentalan adonan. Pada tahap ini memiliki ciri-ciri berbenang atau lengket ketika adonan ditarik.

3) *Dough* atau tahap menyerupai adonan.

Pada tingkat molekul, jumlah rantai polimer yang memasuki larutan akan meningkat dan terbentuklah suatu larutan monomer dan polimer terlarut. Terdapat pula sejumlah polimer yang tidak terlarut. Secara klinis, campuran bersifat seperti adonan yang dapat dibentuk. Campuran tidak lagi seperti benang dan tidak melekat pada permukaan pot atau spatula pengaduk. Karakteristik fisik dan kimia yang terlihat dari fase lanjutan dari tahap ini adalah ideal untuk *compressing molding*.

4) *Rubbery*, Tahap karet atau elastic

Monomer dihabiskan dengan penguapan dan dengan penembusan lebih jauh ke dalam butir-butir polimer yang tersisa. Secara klinis, campuran akan memantul apabila ditekan atau diregangkan. Karena campuran tidak mengalir dengan bebas

lagi sehingga mengikuti bentuk wadahnya, bahan ini tidak dpt dibentuk dengan teknik kompresi konvensional.

5) *Stiff*, tahap menjadi keras atau kaku.

Bila dibiarkan hingga suatu tahap campuran akan menjadi keras. Hal ini dikarenakan terjadi penguapan monomer bebas. Secara klinis, campuran tampak sangat kering dan tahan terhadap deformasi mekanik.

d. Sifat Resin Akrilik Polimerisasi Panas (*heat-cured acrylic resin*)

1. Sifat fisik

a) Pengerutan Polimerisasi

Pada saat monomer metil metakrilat terpolimerisasi untuk membentuk poli(metil-metakrilat), akan terjadi perubahan massa bahan dari 0,94 menjadi 1,19 g/cm³. Perubahan kepadatan yang terjadi pada proses ini akan menghasilkan kerutan volumetrik sebesar 21% (Anusavice, 2003). Menurut Craig (2002) pengerutan akan terjadi apabila perbandingan monomer dengan polimer adalah 1:3 yaitu sekitar 6-7%.

b) Porositas

Akibat gelembung yang ada dipermukaan dan di bawah permukaan bisa memberikan pengaruh pada sifat fisik, estetika, dan kebersihan basis gigi tiruan. Porositas lebih banyak terjadi pada bagian basis gigi tiruan yang tebal. Porositas biasanya disebabkan oleh penguapan monomer yang tidak dapat bereaksi dengan polimer yang rendah, diikuti temperatur resin yang telah mencapai atau melebihi

titik didih bahan tersebut. Porositas juga disebabkan karena pengadukan yang kurang baik antara komponen polimer dan monomer. Porositas dapat diminimalkan dengan beberapa cara seperti melakukan pengadukan sampai dengan homogen, menggunakan perbandingan monomer dan polimer dengan tepat, proses pengadukan yang terkontrol dengan baik, dan memperhatikan waktu pengisian ke *mould* dengan baik.

c. Penyerapan Air

Bahan yang ada dalam resin akrilik terutama poli(meti-metakrilat) memiliki sifat menyerap air yang relatif sedikit ketika berada di lingkungan yang basah. Mekanisme yang terjadi pada proses penyerapan ini adalah difusi. Difusi merupakan berpindahnya suatu substansi melalui rongga. Poli(metil-metakrilat) memiliki daya penyerapan air sebesar $0,69\text{mg}/\text{cm}^2$. Akibat dari sifat penyerapan air ini akan menimbulkan efek pada sifat mekanis dan dimensi polimer .

e. Kelarutan

Pada dasarnya resin basis gigi tiruan dapat larut dalam berbagai pelarut, tetapi pada umumnya resin basis gigi tiruan tidak larut dalam cairan yang ada dalam rongga mulut. Berdasarkan spesifikasi ADA No. 12 uji kelarutan resin akrilik dilakukan dengan cara perendaman dalam air, kemudian dikeringkan dan ditimbang ulang untuk mengetahui kehilangan berat (Anusavice, 2003).

f. Konduktivitas termal

Konduktivitas termal adalah pengukuran termofisika mengenai seberapa baik suatu bahan mengantarkan panas. Resin akrilik memiliki nilai konduktivitas termal yang cukup rendah yaitu $5,7 \times 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C/cm}$ (Craig, et al., 2002).

2. Sifat mekanis

Sifat mekanis merupakan respon yang terukur, baik plastis atau elastis, dari suatu bahan ketika terkena suatu gaya atau distribusi tekanan. Sifat mekanis bahan basis gigi tiruan terdiri dari (Combe, 1992):

a. Retak : Permukaan resin akrilik dapat mengalami keretakan karena adanya tekanan tarik yang menyebabkan terpisahnya molekul-molekul polimer dalam resin akrilik basis gigi tiruan.

b. Fraktur : Penyebab adanya fraktur pada gigi tiruan salah satunya adalah benturan (*impact*). Penyebabnya bisa karena gigi tiruan jatuh pada permukaan yang kasar, *fatigue* yang terjadi biasanya karena gigi tiruan mengalami pembengkokan secara berulang selama pemakaian, dan adanya tekanan pada basis gigi tiruan selama proses pengunyahan (transversal/fleksural).

Tabel 1.1 sifat mekanis resin akrilik PMMA *heat-cured* (Craig, et al, 2002).

Indikator (satuan)	Besaran
Kekuatan tensil (MPa)	48,3 – 62,1
Kekuatan kompresi (MPa)	75,9
Elongasi (%)	1-2
Modulus elastic (GPa)	3,8
Kekuatan Impak,Izod (Kg m/cm notch)	0,011
Knoop <i>hardness</i> (kg/mm ²)	15-17
Kekuatan transversal (MPa)	79-86

Tabel 1.1. Sifat mekanis resin akrilik polimerisasi panas**g. Kelebihan dan kekurangan Resin Akrilik**

Beberapa kelebihan resin akrilik polimerisasi panas adalah (Anusavice, 2003):

- 1) Dapat dibentuk dengan mudah menggunakan teknik yang sederhana atau mudah dimanipulasi
- 2) Memiliki warna yang menyerupai gusi sehingga nilai estetikanya bisa terpenuhi
- 3) Harganya relatif terjangkau

Kekurangan resin akrilik polimerisasi panas :

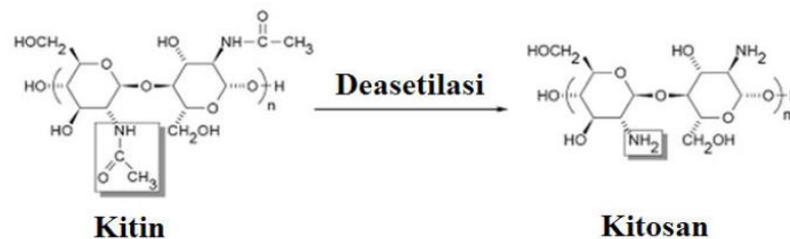
- 1) Penghantar panas yang kurang baik
- 2) Dimensi yang kurang stabil

3) Mudah terjadi abrasi saat penggunaan maupun pemakaian

2. Kitosan

a. Pengertian Kitosan

Kitosan adalah salah satu turunan dari kitin yang memiliki struktur kimia $[\beta-(1\rightarrow4)\text{-}2\text{-amina-}2\text{-deoksi-D-glukosa}]$ yang merupakan hasil dari deasetilasi dari kitin (Lee, et al.,2001). Kitin sendiri merupakan suatu polimer anhidro N-asetil- D-glukosamin, dan memiliki massa molekul yang relatif besar yaitu $1,2 \cdot 10^6$ gram/mol. Kitin didapat dari proses deproteinasi dan demineralisasi yang berasal dari isolasi cangkang atau kepala hewan yang memiliki kulit keras (Windholz, 1983).



Gambar 2.4. Perbedaan struktur kimia kitin dan kitosan

b. Karakteristik Kitosan

Kitosan merupakan bahan yang tidak memiliki bau, memiliki bentuk serbuk yang berwarna putih sampai krem. Kitosan merupakan polisakarida yang terdiri dari kopolimer glukosamin dan N-asetil glukosamin (Rowe & Raymond, 2009).

Kitosan memiliki sifat reaktifitas yang tinggi, sehingga karena sifat ini kitosan bisa mengikat air dan minyak dengan mudah. Keadaan ini diperkuat oleh adanya gugus polar dan non-polar yang ada dalam kitosan (Brzeski, 1987).

c. Sifat Kitosan

Sugita dkk. (2009) menyatakan bahawa kitosan merupakan salah satu polimer yang memiliki sifat non toksik, biokompatibel, biodegradabel dan dalam keadaan asam akan memiliki sifat polikationik. Sifat dan penampilan kitosan dipengaruhi oleh bebarapa keadaan seperti jenis pelarut, konsentrasi, waktu serta suhu pada saat proses ekstraksi. Kitosan dapat ditemukan dalam banyak bentuk atau morfologi diantaranya struktur yang tidak teratur dan juga bisa dalam bentuk padatan amorf berwarna putih dengan struktur yang tetap dari kitin murni.

Kitosan adalah senyawa kimia yang bisa dengan cepat menyesuaikan diri, memiliki reaktifitas yang tinggi oleh karena adanya gugus hidroksil (OH) dan gugus amino (NH₂) yang bebas dan ligan yang bervariasi. Kitosan berbentuk spesifik dan memiliki gugus amino dalam rantai karbonnya (Kusuma ,et al,)

Kitosan memiliki sifat yang tidak larut dalam air tetapi kitosan dapat larut dalam larutan asam dengan PH kurang dari 6 dan dapat larut dalam asam organik seperti asam asetat dan asam laktat. Pelarut yang digunakan untuk melarutkan kitosan pada umumnya adalah asam asetat atau yang lebih

sering disebut dengan asam cuka dengan konsentrasi 1-2% dan Ph sekitar 4. Akibat dari adanya gugus karboksil dalam asetat juga mempermudah pelarutan kitosan karena akan terjadi interaksi hidrogen antara gugus karboksil dengan gugus amino yang ada dalam kitosan. selain itu kitosan juga mempunyai gugus polar dan nonpolar yang mengakibatkan kitosan bisa menjadi adalah satu bahan pengental atau pengikat yang baik (Wirongrong, et al, 2007)

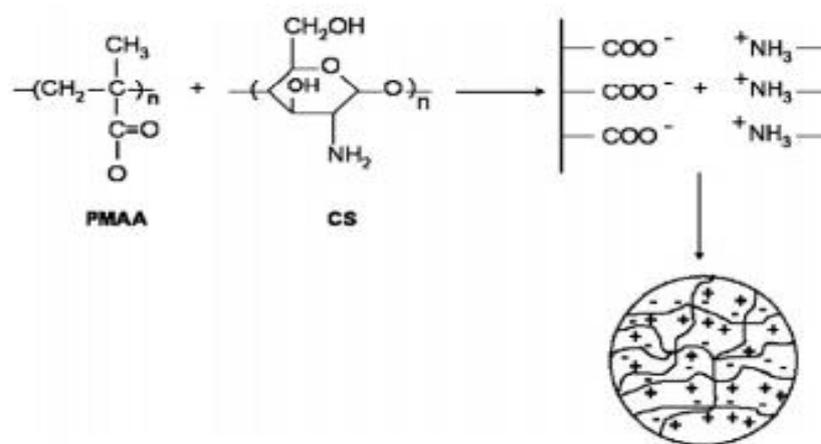
3. Nano Kitosan

Nano kitosan adalah nanopartikel yang terbuat dari kitosan. Nanopartikel sendiri merupakan partikel koloid berbentuk padat yang mempunyai diameter partikel mulai 1-1000 nm. Ada beberapa kelebihan dari nano partikel seperti dapat larut dalam berbagai media. Nano partikel kitosan memiliki mobilitas yang tinggi karena ukurannya sangat kecil dan bisa masuk ke dalam artikel atau sel dengan mudah. Metode dalam pembuatan nano kitosan sangat beragam, salah satunya adalah dengan menggunakan *spray drying* yang merupakan langkah untuk membuat bubuk kitosan berukuran nano (Wang, et al., 2011)

4. Mekanisme Ikatan Kimia antara Kitosan dengan Resin Akrilik

Proses polimerisasi akrilik dapat dicapai dengan menggunakan panas dan tekan. Reaksi polimerisasi dapat diringkas sebagai berikut:

Metil metakrilat + glikol dimetakrilat + Panas \longrightarrow Ikatan silang poli (metil metakrilat) (Anusavice, 2003)



Gambar 2.7. Ikatan kimia antara metil-metakrilat dengan senyawa kitosan

Dari gambar diatas dapat dijelaskan jika ikatan antara PPMA dan Kitosan diawali dari kitosan yang memiliki sifat basa dan memiliki NH_2 . Sedangkan PPMA atau resin akrilik memiliki sifat asam dan memiliki COOH .

Hasil akhir ikatan yang ada di gambar yaitu $\text{COO}^- + \text{NH}_3$, disini bisa menjadi NH_3 karena NH_2 dari kitosan menangkap (H) dari COOH yang ada di PPMA. Ikatan ini bisa terjadi karena pada dasarnya kitosan bersifat basa yang cenderung bisa menangkap unsur dari PPMA yang bersifat asam dan cenderung mudah untuk melepaskan unsur (M.R. de Moura, et al., 2008)

5. Kekuatan Transversal

a. Pengertian Kekuatan Transversal

Kekuatan transversal adalah sebuah kekuatan terhadap beban yang diterima. Kekuatan transversal tergantung oleh beberapa hal seperti

kandungan monomer sisa, teknik pengadukan, mikroporositas gigi tiruan yang tidak terlihat, jarak waktu dari tahap pengisian ke dalam *mould* hingga pengepresan, serta jarak waktu dari proses pengepresan sampai proses *curing*

b. Pengukuran Kekuatan Transversal

Kekuatan transversal diukur dengan menggunakan *Torse's Elektronik system universal testing machine*. Standar kekuatan transversal basis gigi tiruan adalah tidak kurang dari 60-65 Mpa.

Kekuatan transversal dapat dirumuskan sebagai berikut:(Annusavice,2003)

$$\sigma = (3 P.L / 2 b d^2)$$

Dengan ketentuan :

σ : kekuatan transversal (MPa)

P : gaya atau beban (N)

I : jarak pendukung (mm)

b : lebar lempeng uji (mm)

d : tebal lempeng uji (mm)

B. Landasan Teori

Resin akrilik merupakan salah satu bahan basis gigi tiruan yang sampai saat ini paling sering digunakan. Alasan penggunaan resin akrilik sebagai bahan basis gigi tiruan ini dipengaruhi oleh beberapa hal seperti sifatnya yang tidak toksik, memiliki nilai estetik yang tinggi dan harganya yang relatif terjangkau. Secara umum resin akrilik memiliki komposisi bubuk dan cairan. Pada komposisi bubuk atau polimer bahan yang paling mendominasi adalah poli(metil-metakrilat) yang berfungsi sebagai bahan penguat dalam resin akrilik.

Kitosan adalah suatu polimer mutli fungsi yang memiliki tiga gugus fungsi yaitu asam amino, gugus hidroksil primer, dan gugus hidroksil sekunder. Kitosan sendiri memiliki sifat yang biokompatibel, biodegradable, tidak toksik dan mudah berinteraksi dengan zat-zat organik seperti protein. Kitosan sendiri memiliki rumus kimia [β -(1 \rightarrow 4)-2-amina -2-deoksi -D-glukosa]. Nano kitosan adalah kitosan yang memiliki partikel berukuran nano.

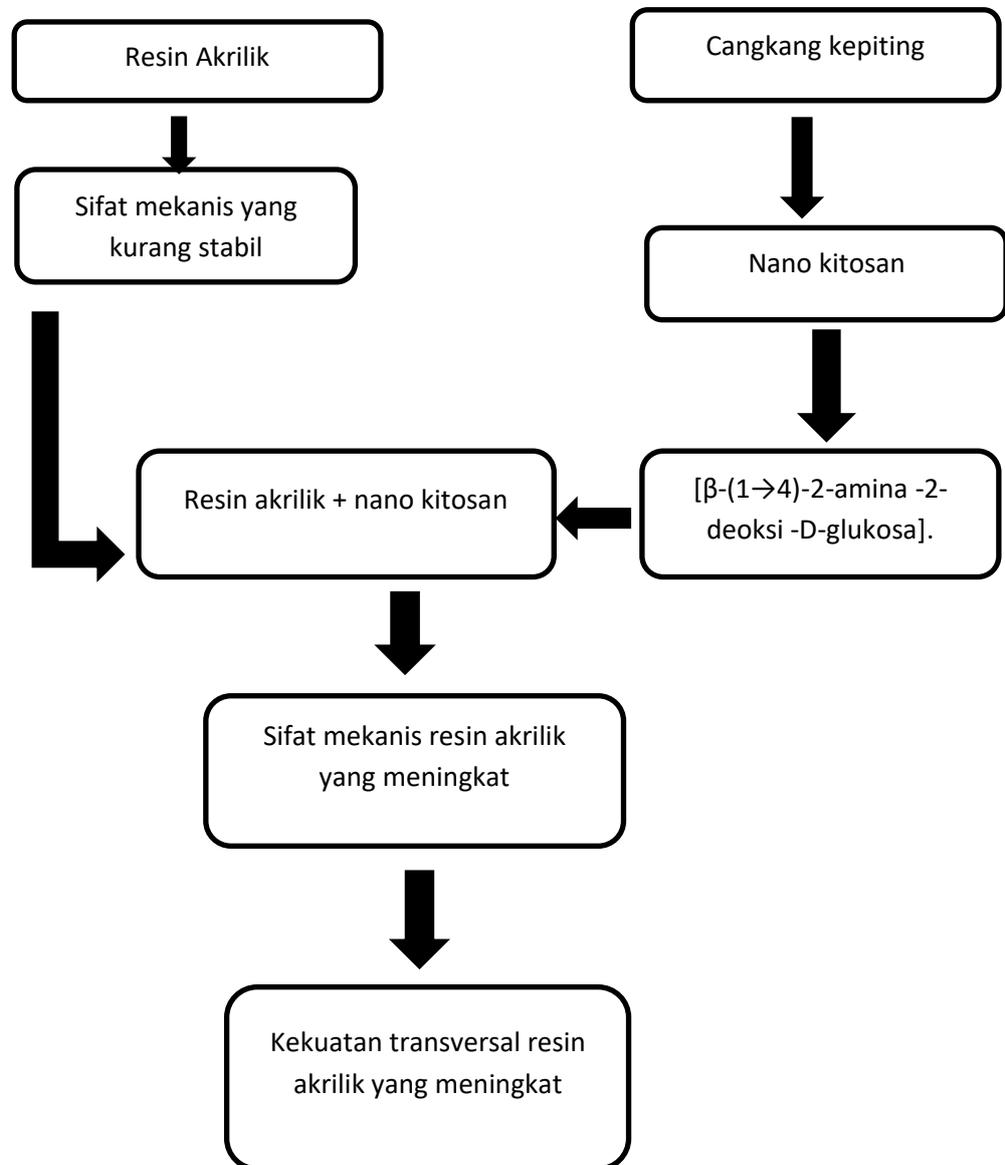
Kekuatan transversal merupakan salah satu parameter fisik yang digunakan untuk mengetahui gambaran kekuatan suatu benda terhadap beban yang diberikan. Kekuatan transversal ini di ukur dengan sebuah alat yaitu *Torsee's Elektronik system universal testing machine*.

Kandungan resin akrilik polimerisasi panas salah satunya adalah poli (metil-metakrilat). Kandungan ini dapat berikatan dengan struktur kimia kitosan yaitu [β -(1 \rightarrow 4)-2-amina -2-deoksi -D-glukosa]. ikatan antara PPMA

dan Kitosan diawali dari kitosan yang memiliki sifat basa dan memiliki NH_2 . Sedangkan PPMA atau resin akrilik memiliki sifat asam dan memiliki COOH .

Hasil akhir ikatan antara keduanya yaitu $\text{COO}^{(-)} + \text{NH}_3$, disini bisa menjadi NH_3 karena NH_2 dari kitosan menangkap (H) dari COOH yang ada di PPMA. Ikatan ini bisa terjadi karena pada dasarnya kitosan bersifat basa yang cenderung bisa menangkap unsur dari PPMA yang bersifat asam dan cenderung mudah untuk melepaskan unsur Ikatan antara keduanya memunculkan hipotesa jika resin akrilik ditambah dengan kitosan bisa meningkatkan kekuatan trasversal yang ada pada resin akrilik sebagai basis gigi tiruan.

C. Kerangka Konsep



Gambar 2.8. Kerangka Konsep

D. Hipotesis

Berdasarkan landasan teori diatas maka dapat diajukan hipotesis bahwa terdapat pengaruh kekuatan transversal pada resin akrilik polimerisasi panas yang telah ditambah dengan nano kitosan.