

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Tinjauan Pustaka**

##### 1. Resin

###### a. Resin akrilik

Resin poli (metil metakrilat) ini banyak digunakan dalam kedokteran gigi untuk membuat berbagai alat. Salah satu alasannya adalah kemudahan dalam prosesnya. Resin akrilik adalah turunan dari etilena dan mengandung grup vinil ( $C=C-$ ) dalam formula strukturnya  $H_2C=CHR$  (Anusavice dan Rawls, 2003). Terdapat 2 kelompok turunan dari resin akrilik yaitu turunan asam akrilat  $CH_2=CHCOOH$  dan asam metakrilat  $CH_2=C(CH_3)COOH$  (Manappallil, 2016). Pada peningkatan setiap panjang sisi rantai menurunkan titik pelunakan atau suhu transisi kaca. Misalnya, poli (metil metakrilat) adalah resin yang paling keras dengan suhu pelunakan tertinggi. Poli (etil metakrilat) memiliki titik pelunakan dan kekerasan permukaan yang lebih rendah, dan poli (n-propil metakrilat) memiliki titik pelunakan dan kekerasan yang bahkan lebih rendah lagi (Anusavice dan Rawls, 2003). Bahan-bahan ini memiliki kekuatan yang cukup untuk menahan gaya pengunyahan, mempertahankan stabilitas dimensi, ketahanan yang memadai, biokompatibilitas dan polishability tinggi (Bohra dkk, 2015). Tetapi, metil metakrilat dan monomer lainnya dapat menguap dengan mudah pada suhu kamar. Jika monomer menguap selama pemrosesan, maka material yang dihasilkan akan keropos. Keropos menimbulkan porositas dan akan melemahkan material (Gladwin dan Gagby, 2004).

b. Jenis resin akrilik

Resin akrilik dibagi menjadi 3 jenis berdasarkan metode yang digunakan untuk aktivasi, yaitu *heat activated resins* (polimerisasi panas), *chemically activated resins* (polimerisasi dingin), *light activated resins* (polimerisasi cahaya) (Manappallil, 2016). Resin akrilik polimerisasi panas digunakan hampir untuk semua basis gigi tiruan, polimerisasi bahan-bahan tersebut menggunakan perendaman air didalam *waterbath* atau *microwave oven*. Resin akrilik polimerisasi dingin ini tidak memerlukan energi panas untuk berpolimerisasi, karena dapat berpolimerisasi dalam suhu kamar. Resin akrilik polimerisasi cahaya yaitu polimerisasi yang menggunakan cahaya tampak sebagai activator, dan *champorquinone* sebagai initiator untuk.

1. Resin akrilik polimerisasi dingin (*cold cured*)

Resin akrilik polimerisasi dingin merupakan resin akrilik yang tidak memerlukan energi panas untuk berpolimerisasi, karena dapat berpolimerisasi dalam suhu kamar (Anusavice dan Rawls, 2003).

a. Komposisi

1. Bubuk (*powder*) mengandung :

1. Polimer : *Poly (methyl methacrylate)* dan *copolymer* lainnya.
2. Initiator : *Benzoyl peroxide*
3. Pigmen: senyawa *mercuric sulphide*, *cadmium sulphide*.
4. *Opacifiers* : *Zinc* atau *titanium oxide*
5. *Plasticizer* : *Dibutyl phthalate*

6. Estetik : *organic fillers* yang diwarnai dan partikel anorganik seperti serat kaca.

2. Cairan (*liquid*) mengandung :

1. Monomer : *Methyl methacrylate*
2. Activator : *Dimethyl-p-toluidine*
3. *Plasticizer* : *Dibutyl phthalate*
4. *Cross linking agent* : *Glycol dimethacrylate*  
1 sampai 2%.
5. Inhibitor : *Hydroquinone* 0,006%

c. Pencampuran / manipulasi

Pencampuran resin akrilik polimerisasi dingin yaitu terdiri dari pencampuran polimer dan monomer yang digunakan dalam bentuk bubuk dan cairan (*powder and liquid*). Perbandingan polimer dan monomer yang dapat diterima adalah 3:1 berdasarkan volume. Perbandingan polimer dan monomer juga dapat 2:1 berdasarkan berat.

Waktu kerja resin akrilik polimerisasi dingin lebih cepat dibandingkan dengan polimerisasi panas. Salah satu metode untuk memperpanjang waktu kerja yaitu dengan menurunkan temperature massa resin. Caranya yaitu dengan memasukkan ke dalam lemari es komponen cair atau alat pengaduk sebelum proses pengadukan. Maka pada saat bahan diaduk, kecepatan proses polimerisasi menurun. Bahan yang dicampur tersebut akan melalui 5 tahap yaitu :

1. Tahap pertama : tahap berpasir (*wet sand stage*)

Pada tahap ini sedikit atau tidak ada interaksi pada tingkat molekuler. Butir-butir polimer tidak berubah, konsistensinya dapat digambarkan ‘kasar’ atau ‘berbutir’. Polimer secara bertahap mengendap ke monomer membentuk massa, cairan tidak koheren (Manappallil, 2016).

2. Tahap kedua : tahap berbenang (*sticky stage*)

Pada tahap ini monomer menyerang masing-masing butiran polimer. Beberapa rantai polimer terdispersi dalam monomer cair. Rantai-rantai polimer ini melepaskan jalinan ikatan, dan meningkatkan kekentalan adukan (Anusavice, 2003). Massa lengket dan berserabut (seperti sarang laba-laba) dan saat disentuh atau ditarik terpisah.

3. Tahap ketiga : tahap menyerupai adonan (*dough or gel stage*)

Ketika monomer berdifusi ke dalam polimer, ia menjadi halus dan seperti adonan. Dan tidak melekat pada dinding stellan pot. Ini terdiri dari partikel polimer yang larut tersuspensi dalam matriks monomer dan polimer terlarut. Massa adalah yang mudah dibentuk dan homogen (Manappallil, 2016). Pada tahap ini bahan harus dimasukkan ke dalam  *mold*.

4. Tahap keempat : tahap karet atau elastic (*rubbery stage*)

Pada tahap ini monomer menghilang dengan penetrasi lebih lanjut ke polimer atau penguapan. Massa adalah karet, dan tidak dapat dibentuk. Memantul apabila ditekan dan diregangkan. Maka sudah tidak bisa dimasukkan ke dalam  *mold* lagi.

5. Tahap kelima : tahap keras (*stiff stage*)

Pada tahap ini disebabkan karena penguapan monomer bebas. Adukan nampak kering dan tahan terhadap deformasi mekanik (Anusavice, 2003). Massa benar-benar tidak bisa dikerjakan dan hanya bisa dibuang (Manappallil, 2016).

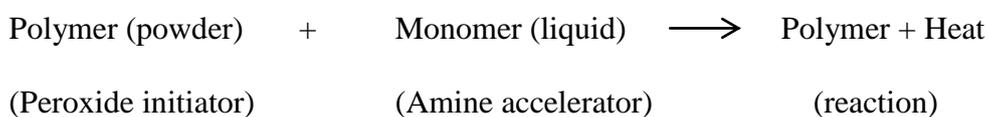
#### d. Pengisian

Pada proses ini merupakan tahap yang paling penting. Waktu kerja sangat diperhatikan dan diminimalkan. Resin dimasukkan pada tahap menyerupai adonan (Anusavice, 2003). Jika dikemas pada tahap berpasir, terlalu banyak monomer yang ada di antara partikel polimer, dan viskositas terlalu rendah sehingga akan lebih mudah mengalir keluar. Pengisian terlalu dini juga dapat mengakibatkan porositas di basis gigi tiruan (Manappallil, 2016). Pengisian resin ke dalam *mold* haruslah diisi dengan tepat pada saat polimerisasi. Apabila memasukan bahan terlalu berlebihan atau *overpacking*, maka akan menyebabkan basis protesa memiliki ketebalan yang berlebihan serta perubahan posisi elemen gigi protesa. Sebaliknya, jika memasukan bahan terlalu sedikit atau *underpacking*, maka akan menyebabkan porus terlihat pada basis protesa. Oleh karena itu, untuk meminimalkan *over* atau *underpacking mold* diisi secara bertahap. Selanjutnya, resin tersebut ditebuk menjadi bentuk tapal kuda dan ditempatkan pada bagian kuvet yang menampung elemen gigi. Lembaran polietilen kemudian ditempatkan di atasnya, dan kuvet disatukan kembali. Kemudian kuvet ditempatkan ke dalam alat penekan, penekanan dilakukan secara perlahan-lahan. Pemberian tekanan dilakukan sampai kuvet satu sama lain berkontak. Apabila ada resin yang mengalir maka harus dibersihkan sampai tidak ada yang mengalir keluar kuvet lagi, ketika tidak ada resin yang mengalir lagi maka pengisian sempurna. Setelah

itu lembaran polietilen diambil lalu kuvet ditempatkan kembali pada alat penekan dan diberikan tekanan sampai kuvet satu sama lain berkontak yang dilakukan secara perlahan.

#### e. Polimerisasi

Tekanan harus dipertahankan selama proses polimerisasi. Pengerasan awal pada resin umumnya terjadi dalam 30 menit setelah penutupan kuvet. Tetapi, untuk menjamin polimerisasi yang cukup, kuvet harus ditahan dibawah tekanan selama minimal 3 jam. Resin yang terpolimerisasi secara kimia umumnya menunjukkan 3%-5% monomer bebas, sedangkan yang teraktivasi secara panas menunjukkan 0,2%-0,5% monomer bebas. Maka polimerisasi secara kimia ini harus sesempurna mungkin (Anusavice, 2003). Menurut Manappallil (2016) uraian reaksi polimerisasi sederhana yaitu sebagai berikut :



#### e. Sifat-sifat resin akrilik

##### 1. Pengerutan polimerisasi

Pada saat monomer metil metrakilat terpolimerisasi untuk membentuk poli(metil metrakilat), kepadatan massa berubah dari 0,94 menjadi 1,19 g/cm<sup>3</sup>. Pengerutan termal yang terjadi dapat diabaikan dan reaksi pengerasan yang lebih sempurna pada resin ini. Jenis resin akrilik polimerisasi dingin memiliki pengerutan polimerisasi yang lebih rendah yaitu 0,26%.

## 2. Porositas

Porositas yaitu adanya gelembung permukaan dan di bawah permukaan (Anusavice, 2003). Ini membuat tampilan basis gigi tiruan kurang baik atau mempengaruhi estetika, pembersihan gigi tiruan juga kurang maksimal sehingga dapat mempengaruhi kebersihan gigi tiruan, dan basis gigi tiruan menjadi kurang kuat atau lemah (Manappallil, 2016). Porositas cenderung terjadi pada bagian basis protesa yang lebih tebal. Ini terjadi akibat dari penguapan monomer yang tidak bereaksi serta polimer berberat molekul rendah, bila temperatur resin mencapai atau melebihi titik didih bahan tersebut. Porositas juga terjadi akibat pengadukan yang tidak tepat atau tidak homogen. Untuk meminimalkan porositas yaitu dengan cara menentukan rasio perbandingan yang tepat, pengadukan yang tepat dan pengisian dilakukan pada tahap menyerupai adonan agar bahan lebih homogen.

## 2. Penyerapan air

Poli(metil metakrilat) menyerap air relatif sedikit, namun menimbulkan efek yang nyata pada sifat mekanisme dan dimensi polimer. Resin akrilik mempunyai nilai penyerapan air sebesar  $0,7 \text{ mg/cm}^2$ . Mekanisme penyerapan air yang terjadi secara difusi, dimana berpindahannya suatu substansi melalui rongga, atau melalui substansi kedua. Molekul air menembus massa poli(metil metakrilat) dan menempati posisi diantara rantai polimer, rantai polimer yang terganggu dipaksa memisah. Sehingga, menimbulkan efek yaitu massa terpolimerisasi mengalami sedikit ekspansi dan molekul air mempengaruhi kekuatan rantai polimer. Karena adanya efek yang nyata pada sifat fisik dan dimensional dari

resin basis, maka koefisien difusi juga perlu diperhatikan. Koefisien difusi air pada resin akrilik yang diaktivasi secara kimia adalah  $2,34 \times 10^{-12} \text{ m}^2/\text{detik}$  (Anusavice, 2003). Proses ini termasuk reversibel. Jadi, pada pengeringan akan terjadi kehilangan air dan menyusut. Namun, mengeringkan atau pengeringan berulang harus dihindari karena dapat menyebabkan melengkungnya gigi tiruan (Manappallil, 2016).

### 3. Kelarutan

Akrilik umumnya tidak larut dalam air dan cairan dalam rongga mulut, meskipun dapat larut dalam berbagai pelarut dan sejumlah kecil monomer dilepaskan (Anusavice, 2003). Akrilik dapat larut dalam beberapa larutan yaitu keton dan ester, misalnya kloroform dan aseton. ISO menetapkan kelarutan pada resin akrilik polimerisasi dingin tidak boleh melebihi  $8,0 \mu\text{g}/\text{mm}^3$  (Manappallil, 2016).

### 4. Konduktivitas termal

Konduktivitas termal dari PMMA adalah sekitar  $6 \times 10^{-4} \text{ cal.g}^{-1}.\text{cm}^{-2}$ . Jika koefisien konduktivitas rendah, maka gigi tiruan akan mengisolasi jaringan luka dari setiap sensasi suhu. Ini akan menyebabkan pasien tidak menyadari suhu makanan dan cairan yang dikonsumsi misalnya minuman panas, yang dapat mengarah ke bagian belakang tenggorokan bahkan sampai ke kerongkongan (Noort, 2007). Salah satu solusinya yaitu mengganti bagian palatal dengan logam, karena logam merupakan konduktor panas yang lebih baik (Manappallil, 2016).

## 2. Kayu manis

Kayu manis Indonesia adalah kulit kering dari spesies *Cinnamomum Burmannii* yang tumbuh di daerah Malaysia-Indonesia dan dibudidayakan di kepulauan Indonesia. Spesies ini tumbuh paling banyak di pulau Sumatera, Jawa, Jambi dan meluas sampai ke Timor. Selain dapat dibuat sebagai minuman, bumbu makanan, parfum, dan obat, kayu manis (*Cinnamomum Burmannii*) juga dapat menghambat aktifitas dan pertumbuhan jamur, diantaranya *Candida albicans* (Dama dkk, 2012). Menurut silsilah kekerabatan dalam dunia tumbuh-tumbuhan, tanaman kayu manis termasuk kedalam :

Kingdom : *Plantae*  
Ordo : *Lurales*  
Famili : *Lauraceae*  
Genus : *Cinnamomum*  
Spesies : *Cinnamomum Burmannii* (Ness & Ness, 2014)



Gambar 1. Kayu manis

Kulit kayu manis dalam bentuk asli seperti potongan atau bubuk dapat digunakan sebagai bumbu masakan daging dan ikan, dan juga sebagai campuran dalam minuman (teh, kopi, dan kakao). Dalam industri makanan, pemberi rasa dan aroma pada industri makanan, minuman, farmasi, rokok dan kosmetika, umumnya menggunakan oleoresin dari kayu manis yang sama dengan bubuknya.

#### a. Kandungan kimia

Sinamaldehyd, eugenol, methyl ketene, furfural, benzaldehyde, nonyl aldehyde, hydrocinnamic aldehyde, cuminaldehyde, dan coumarin merupakan beberapa kandungan senyawa kimia yang terdapat dalam minyak atsiri atau oleoresin (Ferry, 2013). Selain itu kulit batangnya juga mengandung tanin, dan daunnya mengandung alkaloid dan polifenol (Kementrian Kesehatan RI, 2011). Daun kayu manis memiliki senyawa polifenol yang dominan yaitu trans-sinamaldehyd yang termasuk golongan aldehida sebesar 60,17% (Rolin dkk, 2015). Sedangkan akarnya mengandung glisirizin, gula, asparagine, damar, dan kalsium oksalat.

### 3. Kopi

Pertama kali kopi dibawa oleh Tuan T. Zwaardekroon dari Malabar (India) ke Indonesia pada tahun 1699. Kopi robusta mulai ada di Indonesia pada tahun 1990. Jenis kopi robusta ini paling banyak ditanam di Indonesia (Departemen Pertanian, 1979). Kopi memiliki banyak kandungan yang berguna bagi tubuh, salah satunya yaitu kafein yang berguna dalam penekanan pertumbuhan sel kanker, disamping rasa dan aromanya yang banyak disukai masyarakat (Supiyana dkk, 2013). Kopi putih menggunakan biji kopi yang sama yaitu kopi robusta atau kopi arabika, hanya pengolahannya saja yang membedakan. Kopi putih merupakan kopi yang telah diolah dengan mesin yang berteknologi *cold drying*. Biji melalui proses pembekuan hingga -40 Celcius sehingga kandungan asam gastriaknya berkurang sampai 80% (Prudi, 2018).

Tingkat kematangan biji kopi terdapat beberapa macam yaitu *light roast*, *medium roast*, *dark roast*. Tingkat kematangan *light roast* merupakan paling awal dengan ciri-ciri biji kopi mulai berubah warna coklat terang dikarenakan proses pemanggangan yang tidak terlalu lama, tingkat kematangan *light roast* juga dikategorikan dengan tingkat kematangan *half city*, *cinnamon*. Suhu pemanggangan berada pada kisaran 180°C hingga 205°C. Kematangannya ditandai dengan terjadinya retakan pertama pada biji kopi. Pada tingkat kematangan *medium roast* warna biji kopi mulai cenderung cokelat gelap. Kematangan *medium roast* juga dikategorikan sebagai kematangan *full city*, *full city+*, *Vienna full city++*. Suhu pada kematangan *medium roast* berkisar pada suhu 210°C hingga 230°C setelah retakan pertama dan sebelum retakan kedua terjadi. Tingkat paling matang adalah *dark roast* atau juga bisa dikategorikan kematangan dengan tingkat *french*, *nearly black*. Biji kopi berwarna cenderung hitam. Suhu kematangan pada tingkat ini berkisar 240°C dengan ditandai retakan kedua yang terjadi pada biji kopi (Sasongko J I dan Rivai M, 2018). Menurut silsilah kekerabatan dalam dunia tumbuh-tumbuhan, tanaman kopi termasuk kedalam :

Genus : *Coffea*

Famili : *Rubiaceae* (Muljana, 2003)



Gambar 2. Kopi putih

#### a. Kandungan kimia

Kandungan kimia yang terdapat didalam kopi ialah kafein, asam klorogenat, trigonelin, karbohidrat, lemak, asam amino, asam organik, aroma volatile dan mineral. Beberapa kandungan ini dapat memberikan keuntungan dan juga dapat membahayakan bagi kesehatan (Farhaty & Muchtaridi, 2016). Kopi robusta memiliki kandungan kafein yang paling tinggi dibandingkan dengan kopi arabika. Pada kopi putih juga terdapat kafein yang tinggi karena pengolahannya yang setengah matang (Pridi, 2018). Selain itu, kopi ini juga mengandung tanin.

#### 4. Tanin

Kandungan yang terdapat pada kayu manis dan kopi putih salah satunya adalah tanin yang disebut juga sebagai asam tanat dan asam galotamat. Kopi mengandung senyawa asam galat golongan tanin yang mempunyai gugus kromofor. Gugus kromofor dapat menyebabkan suatu zat atau molekul terlihat berwarna karena gugus ini berupa cincin aromatik (benzena) (Ifwandi dkk, 2013).

Tanin dapat tidak berwarna, kuning atau coklat. Tanin terdiri dari katekin, leukoantosianin, dan asam hidroksi yang dapat menimbulkan warna bila bereaksi dengan ion logam. Warna kuning kecoklatan hingga kemerahan ini dihasilkan dari proses oksidasi enzim atsini. Senyawa tanin yang teroksidasi menjadi theaflavin ini menyebabkan perubahan warna. Warna kuning kemerahan ini berasal dari senyawa theaflavin (Saragih dkk, 2017). Senyawa tanin juga dapat menyebabkan kecoklatan pada bahan (Oktadina dkk, 2013). Minuman kopi yang juga bersifat asam dan memiliki ph 5,53 dapat menyebabkan perubahan warna pada elemen gigi tiruan resin akrilik menjadi lebih gelap karena perendaman. Kandungan asam

ini menaikkan tegangan permukaan resin akrilik sehingga lebih mudah menyerap larutan dan menyebabkan kerusakan kimia atau pengikisan. Akibat kerusakan kimia dan pengikisan permukaan resin akrilik ini sehingga mempercepat perubahan warna pada resin akrilik.

### 3. Spektrofotometer

Spektrofotometer terdiri dari alat spektrometer dan fotometer. Alat pengukur intensitas cahaya yang diabsorpsi merupakan fotometer, sedangkan sinar dengan spektrum dengan panjang tertentu dihasilkan oleh spektrometer (Ramadhani dkk, 2013). Sumber cahaya spektrofotometer terdiri dari 2 yaitu *ultra violet* dan *visible* atau sinar tampak (Triyati, 1985), adapun gabungannya yaitu UV-Visible (Huda, 2001). Spektrofotometer UV-Vis memanfaatkan sinar dengan panjang gelombang 180-380 nm pada daerah ultra violet dan 380-780 nm pada daerah sinar tampak (Warono & Syamsudin, 2013). Pada spektrofotometer ini zat diukur dalam bentuk larutan.

Spektrofotometri sinar tampak relative mudah dilakukan dan memiliki kepekaan yang cukup tinggi. Interaksi yang terjadi adalah adanya penyerapan atau absorpsi pada panjang gelombang tertentu di daerah Uv-Vis (Huda, 2001). Sinar tampak merupakan sinar dengan panjang gelombang yang dapat dideteksi oleh manusia. Sampel menyerap radiasi (pemancar) elektromagnetis pada panjang gelombang tertentu yang dapat terlihat merupakan prinsip kerja alat ini (Ramadhani dkk, 2013). Untuk mendapatkan radiasi di daerah ultraviolet sampai 350 nm menggunakan lampu hydrogen, sedangkan untuk daerah sinar tampak sampai inframerah dekat dengan panjang gelombang 350nm sampai sekitar 250

nm menggunakan lampu filament (Warono & Syamsudin, 2013). Analisa dengan spektrofotometri sinar tampak biasanya meliputi 4 tahap, yaitu pembentukan molekul, pemilihan panjang gelombang, pembuatan kurva kalibrasi, pengukuran absorban cuplikan (Huda, 2001).

Sistem warna hunter (1952) merupakan metode pengukuran warna yang jauh lebih cepat dengan ketepatan yang cukup baik. Lokasi warna pada sistem ini ditentukan dengan koordinat  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  yaitu :

1.  $L^*$  menunjukkan *lightness* atau menunjukkan cahaya pantul yang berskala 0 (hitam) ke 100 (putih) dimana 0 menunjukkan warna kearah gelap dan 100 menunjukkan kearah terang. Cahaya pantul yang dihasilkan adalah warna akromatik putih, abu-abu, dan hitam.

2.  $a^*$  dan  $b^*$  menunjukkan koordinat warna

$+a^*$  menunjukkan skala nilai kearah warna merah dari 0 sampai +80,  $-a^*$  menunjukkan skala nilai kearah warna hijau dari 0 sampai -80.

$+b^*$  menunjukkan skala nilai kearah warna kuning dari 0 sampai +70,  $-b^*$  menunjukkan skala nilai kearah warna hijau dari 0 sampai -70 (Nugraheni, 2014).



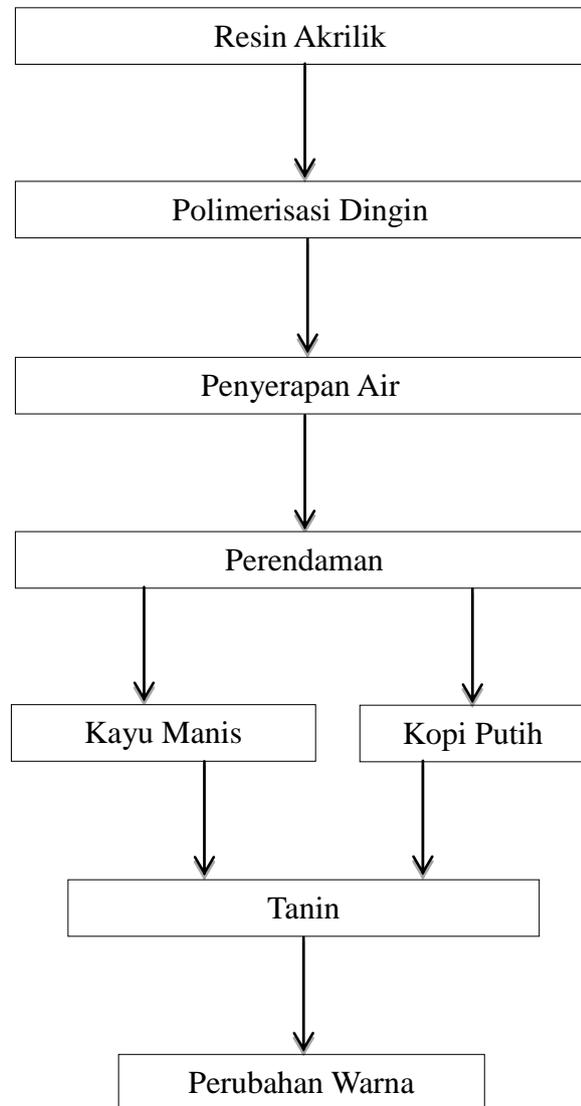
Gambar 3. Spektrofotometer

## **B. Landasan teori**

Resin akrilik poli (metil metakrilat) merupakan bahan yang sering dan banyak digunakan sebagai bahan kedokteran gigi salah satunya untuk gigi tiruan. Pada gigi tiruan resin akrilik ini digunakan sebagai basis gigi tiruan, basis gigi tiruan harus memiliki estetik yang baik, biokompatibilitas, dan kekuatan yang baik. Resin akrilik dibagi menjadi 3 yaitu resin akrilik polimerisasi panas, polimerisasi dingin dan polimerisasi sinar. Selain beberapa sifat akrilik yang menguntungkan, resin akrilik juga memiliki kekurangan atau sifat yang kurang baik yaitu porositas yang dapat menyebabkan terjadinya penyerapan air, makanan, serta mudah patah karena kekuatannya berkurang.

Kayu manis merupakan bahan yang sering digunakan sebagai bumbu atau campuran dalam makanan, tidak jarang juga dikonsumsi dalam bentuk minuman. Selain itu kopi juga merupakan bahan yang dikonsumsi dalam bentuk minuman, apalagi kopi putih yang mulai banyak dikonsumsi masyarakat karena lebih aman untuk lambung daripada kopi hitam. Kedua bahan ini memiliki kandungan yaitu senyawa tanin. Tanin ini dapat memberikan perubahan warna pada resin komposit. Tanin mempunyai gugus kromofor yang dapat memberikan warna pada zat atau molekul suatu bahan karena gugus ini berupa cincin aromatic (benzena).

### C. Kerangka konsep



Gambar 4. Kerangka Konsep

### D. Hipotesis

Kopi putih lebih banyak menyebabkan perubahan warna dibandingkan dengan kayu manis.