

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Telaah Pustaka

1. Resin akrilik

Polimer sintesis telah berperan penting dan digunakan dalam setiap aspek kehidupan modern dalam 70 tahun belakangan ini. Polimer sintesis sering dibuang sebagai produk yang tidak diinginkan dari proses kimia. Polimer memiliki berat molekul yang tinggi dan *chain-like molecules*. Sebuah rantai polimer tidak terdiri dari susunan atom yang acak, akan tetapi terdiri dari kelompok atom yang berbeda namun terus berulang. Proses dimana monomer diubah menjadi polimer disebut polimerisasi. Monomer umumnya cairan atau gas dan selama proses polimerisasi mereka berubah menjadi kristal atau padatan *amorf* (McCabe & Walls, 2008).

a. Pengertian Resin Akrilik

Resin akrilik memiliki sifat yang keras, rapuh, polimer seperti kaca. Plastik komersial disebut *Plexiglas* merupakan produk dari resin akrilik. Resin akrilik jernih dan tidak berwarna tetapi mudah untuk ditambahkan pewarna, sehingga menjadi bahan pengganti yang sangat baik. Secara teknis resin akrilik diklasifikasikan sebagai bahan termoplastik. Dalam kedokteran gigi, resin akrilik ditangani seperti

bahan termoset, sehingga setelah *setting* resin tidak dipanaskan dan dibentuk (Gladwin & Bagby, 2013).

Monomer akrilik paling umum digunakan adalah *metil metakrilat*. Resin akrilik adalah rantai panjang dari monomer tersebut. Rantai memiliki gugus samping yang menghambat rantai dari *slippage* dan hasilnya dalam sifat mekanik yang memberikan kekuatan lebih dari rantai polimer tanpa gugus samping. *Polyethylene* adalah contoh dari rantai polimer tanpa gugus samping (Gladwin & Bagby, 2013).

b. Klasifikasi Resin Akrilik

Resin akrilik diklasifikasi menjadi tiga, yaitu resin akrilik polimerisasi panas, resin akrilik polimerisasi kimia, dan resin akrilik aktivasi sinar (Noort, 2008).

1) Resin Akrilik Polimerisasi Kimia (*Cold-Cure Resins*)

Resin akrilik polimerisasi kimia teraktivasi ketika berkontak dengan *tertiary amine* seperti *n,n-dimethyl-p-toludine* atau asam sulfat. Metode polimerisasi kimia kurang efektif dibandingkan dengan metode polimerisasi panas. Hasil resin akrilik polimerisasi kimia memiliki efek yang tidak diinginkan terhadap kekuatan resin akrilik tersebut dan meningkatnya jumlah molekul dari residu monomer yang tidak terpolimerisasi (Noort, 2008).

2) Resin Akrilik Polimerisasi Sinar (*Visible-Light Cured Resins*)

Aktivasi dengan sinar tampak telah diperkenalkan, umumnya digunakan dengan bahan resin komposit dibandingkan bahan pelat akrilik. Material terbentuk dari matrix *urethane dimethacrylate* yang mengandung sedikit kandungan dari *colloidal silica* untuk mengontrol aliran bahan. *Fillers* terdiri dari serbuk akrilik yang menjadi bagian dari campuran polimer unik yang terikat secara fisika ketika terpolimerisasi (Noort, 2008).

3) Resin Akrilik Polimerisasi Panas (*Heat-Cured Resins*)

Resin akrilik polimerisasi panas terdiri dari bubuk dan cairan. Bubuk sendiri terdiri dari serbuk resin akrilik, *benzoyl peroxide*, *fibers* atau serabut dan pewarna. Untuk *liquid* atau cairan terdiri dari *methyl methacrylate*, *hydroquinone*, dan *ethylene glycol*. Perbedaan resin akrilik polimerisasi panas dengan resin akrilik polimerisasi kimia terdapat pada cairannya. Cairan resin akrilik polimerisasi kimia terdapat *tertiary amine* yang berguna pada saat pencampuran serbuk dengan cairan (Gladwin & Bagby, 2013).

c. Sifat Resin Akrilik

Banyak faktor yang dipertimbangkan ketika memilih sifat mana yang sesuai dengan keberhasilan dari suatu material dalam kedokteran gigi (McCabe & Walls, 2008). Resin akrilik memiliki berbagai sifat seperti sifat fisik, sifat mekanis dan sifat *miscellaneous*.

Banyak tes yang digunakan untuk mengevaluasi sifat dari material tersebut.

1) Sifat Fisik

Sifat fisik didasari oleh hukum fisika yang menggambarkan massa, energi, gaya, panas, listrik dan fenomena fisika lainnya (Gladwin & Bagby, 2013). Contoh sifat fisik yang terdapat pada resin akrilik adalah konduktivitas termal yang rendah, koefisien ekspansi termal yang cukup tinggi, mudah menyerap cairan, biokompabilitas cukup tinggi sehingga tidak membahayakan pengguna (Noort, 2008).

2) Sifat Mekanis

Sifat mekanis menggambarkan kemampuan material untuk menahan gaya. Sifat mekanik tergantung pada jumlah material dan ukuran dan bentuk objek (Gladwin & Bagby, 2013). Contoh sifat mekanis yang terdapat pada resin akrilik adalah kekuatan tekan diuji dengan cara menekan dengan kekuatan tertentu hingga terjadinya patahan, kekuatan tarik diuji dengan cara menarik spesimen hingga terjadi fraktur, kekuatan impak diukur dengan energi yang dapat diterima oleh material saat dipecahkan dengan mendadak, modulus elastisitas dan kekuatan fleksural diuji dengan memberi penambahan beban sampai fraktur di tengah spesimen uji, kekuatan lelah atau *fatigue strength*, dan kekuatan akan patah atau *fracture toughness* (Noort, 2008).

3) Sifat *Miscellaneous*

Sifat material yang mempengaruhi bentuk fisik namun tidak termasuk dalam kategori lain (McCabe & Walls, 2008). Contoh sifat ini adalah *density* atau kerapatan didefinisikan sebagai massa per satuan volume, stabilitas dimensi atau *dimensional stability* adalah saat dimensi material berubah setelah *setting*, *polymerization shrinkage* adalah pengkerutan dari resin akrilik dikarenakan komposisi yang salah pada saat pengadukan cairan dan bubuk, umur penyimpanan dari resin akrilik yang masih berbentuk serbuk dan cairan cukup stabil karena adanya *hydroquinone* yang digunakan sebagai inhibitor atau penghambat dari polimerisasi yang terdapat di cairan resin akrilik (Powers & Sakaguchi, 2006).

d. Komposisi Resin Akrilik

Sangat penting untuk menggunakan rasio yang benar terhadap serbuk dan cairan, jika terlalu banyak serbuk bisa menghasilkan pengisian yang inadkuat dengan monomer yang mengakibatkan renggangnya antara partikel serbuk, kekuatan material menjadi lebih lemah karena porositas material. Disisi lain, jika terlalu banyak cairan bisa mengakibatkan penciutan polimerisasi atau *polymerisation shrinkage* yang berlebihan (Noort, 2008).

Tabel 1. Komposisi Resin Akrilik
(Gladwin & Bagby, 2013)

	Resin akrilik polimerisasi panas	Resin akrilik polimerisasi kimia
Cairan	<i>Methyl methacrylate</i> (monomer) <i>Hydroquinone</i> (inhibitor) <i>Ethylene glycol</i> (cross-linking agent)	<i>Methyl methacrylate</i> <i>Hydroquinone</i> <i>Ethylene glycol</i> <i>Tertiary amine</i>
Serbuk	Acrylic resin powder <i>Benzoyl peroxide</i> (inisiator, pigmen, opacifier) <i>Fibers and colorants</i>	Acrylic resin powder <i>Benzoyl peroxide</i> <i>Fibers and colorants</i>

e. Manipulasi Resin Akrilik

Metode umum dari pemrosesan dari resin akrilik polimerisasi panas yang terdiri dari pengukuran dan pencampuran dari serbuk polimer dan cairan monomer yang menyebabkan monomer bereaksi secara fisika dengan polimer (Powers & Sakaguchi, 2006). Pada saat melakukan manipulasi, untuk menghasilkan campuran yang dapat berkerja namun menjaga *shrinkage* pada level terendah diperlukan perbandingan serbuk dan cairan adalah 2.5 : 1 dengan berat yang biasa digunakan. Ratio tersebut memberikan hasil polimerisasi *shrinkage* sekitar 5-6%. Campuran lalu diaduk dan tutup tempat mengaduk campuran untuk menghindari menguapnya monomer. Kehilangan monomer pada fase ini dapat mengakibatkan *granular prosity* pada material. *Granular prosity* dicirikan dengan permukaan bernoda kotor dan berwarna radiopak (McCabe & Walls, 2008).

Sesaat setelah pencampuran, konsistensi dari campuran berupa *sandy*. Tidak lama kemudian, material akan berubah menjadi *sticky*

yang akan membentuk serat-serat ketika ditarik, dan material akan menempel pada spatula. Tahapan selanjutnya adalah fase *dough*. Pada fase ini, material sudah lebih kohesif dan sudah tidak menempel pada spatula. Material dapat dicetak seperti *plastisin* dan tidak menempel pada dinding tempat pengadukan. Material harus segera dimasukkan kedalam cetakan pada fase ini. Melakukan penundaan pencetakan pada fase ini bisa mengakibatkan material akan menjadi sedikit lebih keras dan elastis (McCabe & Walls, 2008).

Adonan material dimasukkan kedalam cetakan *gypsum*, yang sebelumnya telah diberi *mould-sealing*. Penutupan pertama dilakukan menyebabkan kelebihan materi dan membentuk *flash* pada titik di mana kedua bagian *flask* bertemu. *Flask* dibuka dan *flash* atau sisa adonan dibuang. *Flask* kembali ditutup dibawah tekanan menggunakan *press* ulir dan menjaga agar tetap dibawah tekanan ketika proses *curing* menggunakan penjepit *springloaded*. Hal ini memastikan agar adonan material mengalir ke segala bagian dari cetakan (McCabe & Walls, 2008).

Setelah cetakan terpenuhi oleh adonan material, tahapan selanjutnya adalah polimerisasi dari monomer untuk menghasilkan hasil akhir dari material. *Curing* biasanya dikeluarkan dengan menaruh *flask* di *water bath* atau di oven (McCabe & Walls, 2008).

Beberapa hal yang harus diperhatikan ketika melakukan curing adalah

- 1) *Benzoyl peroxide* mulai berinisiasi untuk terurai secara cepat dan membentuk radikal bebas ketika temperatur diatas 65°C .
- 2) Reaksi dari polimerisasi sangat eksotermis.
- 3) Tingkat perebusan dari monomer adalah $100,3^{\circ}\text{C}$ dan jika temperatur dari adonan tiba-tiba meningkat diatas angka tersebut, monomer akan mendidih, dan akan menghasilkan porus pada daerah yang terpanas dari adonan.
- 4) Hal yang terpenting adalah mendapatkan temperatur panas yang tinggi dari monomer ke polimer dan untuk mengasihkan polimer dengan berat molekul yang besar. Sisa dari monomer dan polimer dengan berat molekul yang kecil akan menghasilkan sifat mekanis yang buruk, yang mungkin menyebabkan reaksi jaringan yang tidak diinginkan.

Salah satu metode yang populer adalah memanaskan *flask* yang berisi adonan hingga tujuh jam pada suhu 70°C dan tiga jam selanjutnya *flask* dipanaskan hingga suhu 100°C . Sebagian besar perubahan dari monomer menjadi polimer terjadi ketika di tahap tujuh jam pada suhu 70°C . Tiga jam terakhir pada suhu 100°C memastikan perubahan monomer yang hampir selesai pada area yang tipis dimana reaksi dari panas eksotermis kurang jelas (McCabe & Walls, 2008).

f. Kelebihan Resin Akrilik

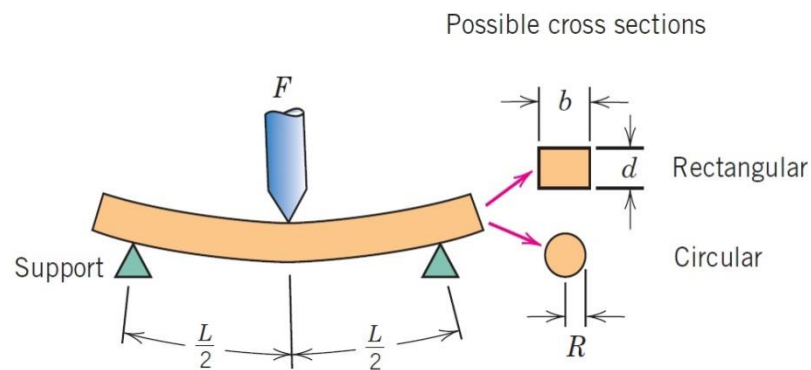
1. Memiliki estetika yang sangat baik
2. Mudah dan murah untuk pemerosesan
3. Memiliki kepadatan rendah (Noort, 2008).

g. Kekurangan Resin Akrilik

1. Memiliki karakteristik kekuatan yang nyaris memadai
2. Rentan terhadap distorsi
3. Memiliki konduktivitas termal yang rendah (Noort, 2008).

2. Kekuatan Fleksural

Kekuatan tekuk, kekuatan fleksural, atau modulus pecah adalah uji kekuatan dari suatu batang yang terdukung pada kedua ujungnya, dan diberi beban statis (Anusavice, 2004).



Gambar 1. Cara Pengujian Kekuatan Fleksural
(Callister, 2007)

Kekuatan fleksural adalah daya tahan benda terhadap beban yang diterima. Uji kekuatan fleksural dapat memberikan gambaran tentang ketahanan benda dalam menerima beban pada waktu pengunyahan. Kekuatan fleksural basis gigi tiruan tergantung dari teknik pengadukan,

kandungan monomer sisa, mikroporositas gigi tiruan yang tidak terlihat, jarak waktu dari tahap pengisian ke dalam mould sampai pengepresan, dan jarak waktu dari proses pengepresan hingga proses curing (Pantow, et al., 2015).

a. Pengujian Fleksural

Kekuatan fleksural diuji dengan cara menekuk spesimen menggunakan *cross head*. Dalam alat uji tersebut, *cross head* tersebut tetap di salah satu ujung dan gaya yang berasal dari ujung yang tetap tersebut. Spesimen mengalami kondisi *pure bending*. Gaya yang diberi pada spesimen lama kelamaan akan meningkat dan spesimen dibengkokkan. Spesimen akan bengkok secara permanen jika sudut lentur melebihi nilai pada akhir bagian linier dari kurva. (Powers & Sakaguchi, 2006)

Tabel 2. Rumus Kekuatan Fleksural
(Callister, 2007)

$$\sigma_{fs} = \frac{3F_f L}{2bd^2}$$

Keterangan :

σ_{fs} = Kekuatan fleksural (N/mm²)

F_f = Beban sesaat diterapkan tegak lurus terhadap penampang spesimen (N)

L = Jarak antar penampang (mm)

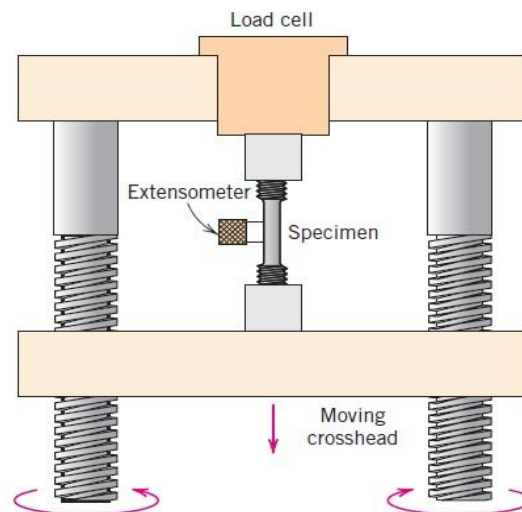
b = Lebar sampel penelitian (mm)

d = Tebal sampel penelitian (mm)

3. Kekuatan Tarik

Salah satu tes untuk mengetahui sifat mekanis dari suatu bahan yang paling umum dilakukan adalah menguji dari kekuatan tarik. Kekuatan tarik disebabkan oleh suatu beban yang cenderung meregangkan atau memperpanjang suatu benda. Dalam tes ini, pelat material dikompresi secara vertikal dalam mesin uji dengan percepatan konstan, secara terus menerus sampai terjadi fraktur (Powers & Sakaguchi, 2006).

Pada tegangan maksimum ini, penyempitan kecil atau leher mulai terbentuk di beberapa titik, dan semua deformasi berikutnya terbatas di leher. Fenomena ini disebut “*necking*” dan fraktur pada akhirnya terjadi pada leher (Noort, 2008).



Gambar 2. Cara Pengujian Kekuatan Tarik
(Callister, 2007)

a. Pengujian Tarik

Pengujian tarik dilakukan untuk mencari tegangan dan regangan (*stress strain test*). Pengujian yang dilakukan pada suatu material padat seperti logam dan non logam untuk memberikan keterangan yang relatif lengkap mengenai sifat material tersebut terhadap pembebanan mekanis (Fahmi & Hermansyah, 2011). Kekuatan tarik menunjukkan nilai maksimum gaya yang diproduksi jika dilakukan uji tarik. Semakin tinggi gaya yang diproduksi maka kekuatan tariknya akan semakin besar (Herliany, et al., 2013).

Tabel 3. Rumus Kekuatan Tarik
(Callister, 2007)

$$\sigma_{tarik} = \frac{F}{A_0}$$

Keterangan :

σ_{tarik} = kekuatan tarik (N/mm²)

F = Beban sesaat diterapkan tegak lurus terhadap penampang spesimen
(N)

A₀ = Luas permukaan sampel yang diberi beban (mm²)

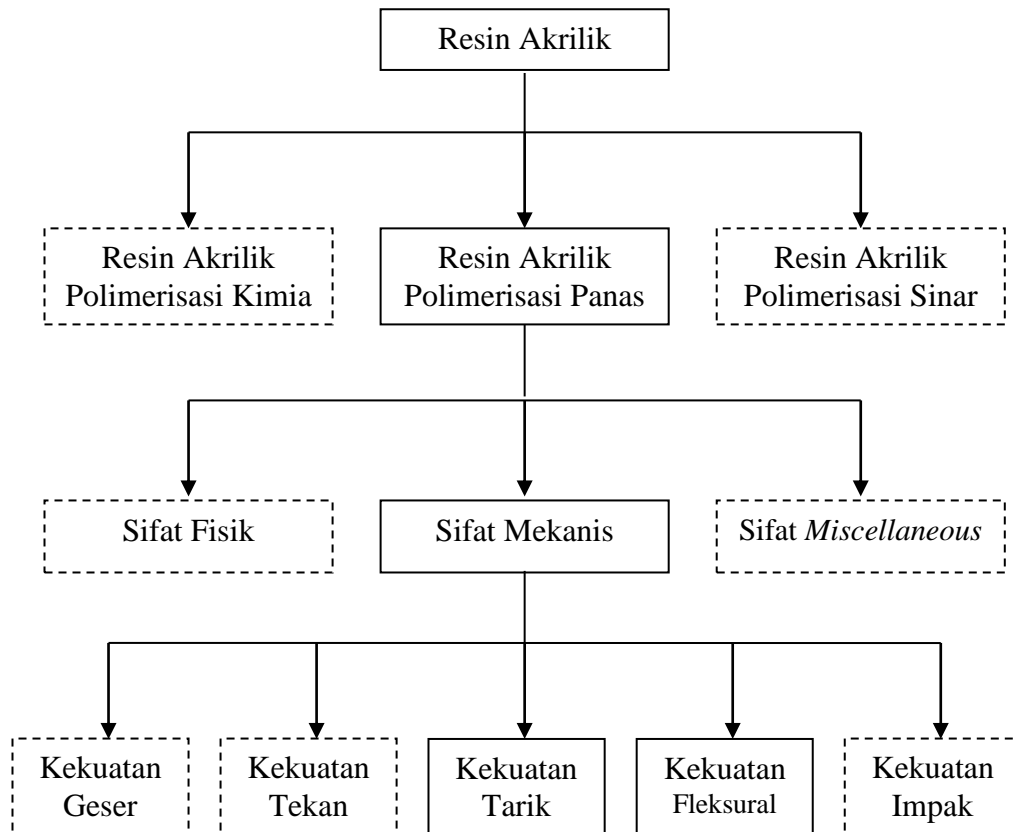
B. Landasan Teori

Resin akrilik dibagi menjadi tiga jenis yaitu resin akrilik polimerisasi panas, resin akrilik polimerisasi kimia dan resin akrilik polimerisasi dengan sinar. Yang sering digunakan adalah resin akrilik polimerisasi panas.

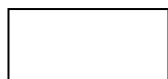
Resin akrilik sering digunakan dalam kedokteran gigi karena kelebihan yang mudah didapatkan, mudah dimanipulasi, murah dan ramah terhadap lingkungan jaringan lunak sekitar. Adapun kekurangan dari resin akrilik adalah sifat mekanisnya yang mudah patah ketika digunakan. Salah satu cara untuk meningkatkan sifat mekanis dari resin akrilik adalah menambah ketebalan, namun jika resin akrilik terlalu tebal maka akan mengurangi kenyamanan dari pasien.

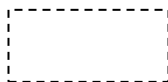
Salah satu cara untuk mengukur kekuatan sifat mekanis dari resin akrilik adalah dengan menguji kekuatan fleksural dan kekuatan tarik. Kekuatan fleksural diuji dengan sampel diletakkan diatas penampang, lalu alat uji akan menekan sampel hingga terlipat dan selanjutnya akan terjadi fraktur. Kekuatan tarik diuji dengan menjepit ujung sampel lalu diberi gaya yang terukur dengan arah yang berlawanan, sampel akan di tarik kedua ujungnya menggunakan alat hingga patah.

C. Kerangka Konsep



Keterangan :

 : Diteliti

 : Tidak diteliti

Gambar 3. Kerangka Konsep Penelitian

D. Hipotesis

Terdapat perbedaan dari kekuatan fleksural dan kekuatan tarik terhadap berbagai ukuran ketebalan dari resin akrilik.