

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Teori

1. Resin sebagai Basis Gigi Tiruan

Resin akrilik diperkenalkan oleh Dr. Walter Wright dan Vernon Brothers di Philadelphia sebagai resin transparan pada tahun 1936 dan sebagai bubuk akrilik pada tahun 1937. Resin akrilik masih dominan digunakan sebagai basis gigi tiruan karena memiliki estetika baik, mudah diproses dan diperbaiki, serta murah. Resin akrilik memiliki kelemahan seperti monomer sisa yang menyebabkan alergi, buruknya kekuatan mekanik, rendahnya kekuatan fatik, rapuh terhadap benturan, konduktor panas yang buruk, kekerasan rendah, tingginya koefisien ekspansi termal, pengkerutan terhadap termal, rendahnya stabilitas warna dari *self-cured* resin, porositas, *crazing*, rendahnya adhesi pada metal dan porselain, serta membutuhkan retensi mekanik (Nandal *et al.*, 2013). Berdasarkan dari sifat termalnya, resin dapat dibagi menjadi (Anusavice *et al.*, 2013) :

a. Polimer termoplastik

Polimer termoplastik merupakan material yang bersifat lunak ketika dipanaskan melebihi *glass transition* (T_g) dan bersifat keras seiring dengan penurunan suhu. Bahan ini dapat dibentuk dengan pendinginan dan akan mengeras dalam bentuk tersebut. Proses ini dapat dilakukan berulang-ulang. Kebanyakan bahan plastik yang digunakan dalam kedokteran gigi termasuk kelompok termoplastik. Ada berbagai jenis termoplastik yang tersedia, yaitu :

1) Termoplastik asetal

Termoplastik asetal mempunyai kekuatan yang sangat baik, resisten terhadap tekanan pengunyahan, fleksibel dan dapat mempertahankan vertikal dimensi selama proses restoratif. Termoplastik asetal tidak memiliki sifat translusensi alami seperti jenis termoplastik lainnya (Kohli dan Bhatia, 2013). Bahan ini ideal digunakan sebagai *pre-formed clasp* pada gigi tiruan sebagian, *framework* gigi tiruan sebagian, splint oklusal, *bridge* hingga *abutment* implan (Nandal *et al.*, 2013).

2) Termoplastik polikarbonat

Polikarbonat merupakan rantai polimer *bisphenol-A-carbonate*. Termoplastik polikarbonat mempunyai kekuatan yang baik, resisten terhadap fraktur dan fleksibel seperti termoplastik asetal, memiliki translusensi alami dan estetik yang sangat bagus. Bahan ini tidak sebaik termoplastik asetal pada saat adanya tekanan pengunyahan dan tidak dapat mempertahankan vertikal dimensi secara konsisten, sehingga tidak cocok digunakan sebagai gigi tiruan lengkap atau gigi tiruan sebagian. Polikarbonat lebih ideal digunakan sebagai bahan mahkota dan *bridge* (Nandal *et al.*, 2013).

3) Termoplastik akrilik

Termoplastik akrilik mempunyai sifat resistensi yang rendah terhadap benturan dan lemah terhadap tekanan pengunyahan seperti termoplastik polikarbonat, mempunyai translusensi baik, kekuatan *tensile* dan transversa yang tinggi. Salah satu contoh dari bahan ini adalah Fleciter M.P. yang memiliki tingkat impak tertinggi daripada bahan akrilik lainnya dan tidak akan

retak walaupun jatuh ke lantai sehingga bahan ini biasa digunakan sebagai *bruxism appliance* (Nandal *et al.*, 2013).

4) Termoplastik nilon

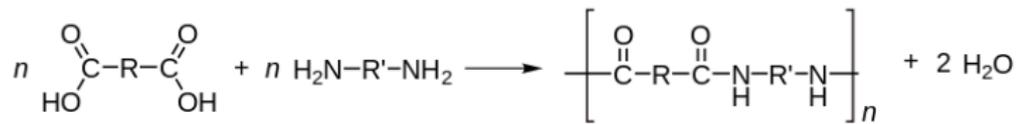
Bahan dasar termoplastik nilon adalah poliamida, yaitu devirat dari diamina dan monomer *dibasic acid*. Material ini dapat digunakan sebagai pengganti bahan metal dan *framework* untuk standar gigi tiruan sebagian lepasan (Nandal *et al.*, 2013).

b. Polimer termosetting

Polimer termosetting akan mengalami perubahan kimia dalam pemrosesannya, yaitu menjadi keras secara permanen ketika dipanaskan sampai diatas suhu yang ditentukan dan tidak akan melunak walaupun dilakukan pemanasan ulang. Secara umum, polimer termosetting ini bersifat tidak larut, tidak bercampur, mempunyai ketahanan abrasi serta kestabilan dimensi jika dibandingkan dengan polimer termoplastik yang mempunyai sifat mekanik yang lebih baik (Anusavice *et al.*, 2013).

2. Bahan Termoplastik Nilon

Nilon secara kimiawi adalah kopolimer kondensasi dan terbentuk dengan mereaksikan bagian yang sama dari asam dikarboksilat dan diamina dengan unsur kimia yaitu karbon, hidrogen, nitrogen dan oksigen. Reaksi kimia polimerisasi adalah sebagai berikut (Sharma dan H.S, 2014) :



Gambar 2.1 Reaksi kimia polimerisasi termoplastik nilon
(sumber : Sharma, D.A. & H.S, D.S., 2014)

Nilon mempunyai karakteristik struktur yang kuat, tahan panas dan juga tahan terhadap bahan kimia sehingga bisa dengan mudah dimodifikasi untuk meningkatkan kekakuan dan ketahanan ausnya. Karena keseimbangan kekuatan struktur ketahanan-ausnya yang baik, nilon menjadi bahan yang paling cocok untuk gigi tiruan sebagian lepasan. Kekuatan tarik adalah 11000 psi dan kekuatan lentur adalah 16000 psi. Apabila dibandingkan dengan resin akrilik konvensional, valplast (termoplastik nilon yang paling umum digunakan) memiliki kekuatan transversa ($117,22 \pm 37,80$ MPa) serta kekuatan bentur/ hantaman ($0,76 \pm 0,03$ kN) yang lebih tinggi (Sharma dan H.S, 2014).

Keuntungan termoplastik nilon mempunyai tingkat kekuatan yang sangat tinggi, warna menyerupai warna gingiva, dapat digunakan dengan ketebalan minimal sehingga bobotnya ringan dan dapat dibentuk sebagai basis gigi tiruan dan *clasp* dengan baik. *Clasp* dapat dibuat dengan mengelilingi daerah servikal gigi yang sangat estetik menyerupai gingiva normal disekitar gigi. Pemakaian termoplastik nilon sebagai gigi tiruan lepasan sangat stabil dan retentif, elastisitas pada bagian *clasp* baik sehingga gerakan bebas dapat terjadi karena mempunyai fleksibilitas yang baik (Kohli dan Bhatia, 2013).

Termoplastik nilon tidak menyebabkan alergi karena monomernya, kestabilan warna yang baik dalam jangka panjang, tidak porus sehingga pertumbuhan bakteri dapat ditekan. Walaupun tidak terdapat porus, basis gigi tiruan berbahan termoplastik nilon tetap memberikan kelembaban pada gingiva sehingga nyaman digunakan pada pasien. Termoplastik nilon juga mempunyai sedikit kesulitan pemolesan, selain itu termoplastik nilon tidak cukup kuat untuk *occlusal rest*, dan tidak dapat menyokong dimensi vertikal saat digunakan dalam gaya-gaya oklusal secara langsung (Nandal *et al.*, 2013).

Modulus elastisitas dari nilon (Valplast) lebih rendah daripada resin akrilik. Valplast secara klinis menunjukkan ketidakstabilan kromatik yang begitu signifikan, sehingga bisa terjadi pewarnaan atau perubahan warna pada gigi tiruan sebagian lepasan fleksibel seiring dengan berjalannya waktu. Basis gigi tiruan termoplastik nilon merupakan konduktor yang buruk karena tidak memberikan pasien sensasi panas atau dingin dengan baik (Sharma dan H.S, 2014).

Penggunaan termoplastik nilon dapat diindikasikan sebagai bahan basis gigi tiruan lengkap maupun gigi tiruan sebagian lepasan yang memiliki alergi terhadap monomer akrilik, splint TMJ, pasien yang memiliki tuberositas tulang besar, *veneers* untuk menutupi resesi gingiva, *gum veneer*, *night guard*, *space maintainer*, gigi yang hilang pada pasien pedodontia, obturator, dan pada pasien dengan *periodontally compromised*. Kontraindikasi pemakaian termoplastik nilon jika adanya torus pada mandibula maupun maksila, bentuk ridge *knife-edge bilateral free end* dan *deep overbite* 4 mm atau lebih (Navirie, 2006).

3. Sifat Termoplastik Nilon

a. Sifat fisik

Nilon merupakan polimer *crystalline* yang lebih padat sehingga tidak mudah larut dalam pelarut, mempunyai resistensi panas dan duktilitas yang tinggi. Nilon juga mempunyai tingkat kekerasan yang tinggi, densitas yang rendah, resisten terhadap abrasi, titik leleh tinggi dan resisten terhadap bahan kimiawi. Sifat tidak mudah larut yang dimilikinya, pemrosesan termoplastik nilon tidak dapat dilakukan dengan cara *dough moulded* seperti prosedur basis gigi tiruan biasanya. Pemrosesan termoplastik nilon harus diinjeksikan ke dalam kuvet dengan tekanan (Kohli dan Bhatia, 2013).

b. Sifat mekanik

Keuntungan utama dari nilon terletak pada kekuatan mekaniknya, dimana resisten terhadap guncangan dan tekanan lebih tinggi daripada resin akrilik. Nilon juga memiliki resistensi fatik yang tinggi dibandingkan resin akrilik walaupun belum tersedia data perbandingan pada kondisi di rongga mulut. Keuntungan lainnya nilon sebagai basis gigi tiruan mempunyai berat yang sangat ringan dan memiliki sifat mekanis tinggi. Nilon memiliki keterbatasan seperti pemrosesan yang sulit dan adanya perubahan dimensi (Kohli dan Bhatia, 2013).

c. Sifat termal

Nilon memiliki koefisien ekspansi linear dan konduksi galvanik yang rendah. Ketika bahan basis gigi tiruan poliamida dipoles secara teknik laboratorium konvensional akan menghasilkan permukaan yang lebih halus dibandingkan resin akrilik dalam proses yang sama. Nilon mempunyai sifat

higroskopik, dimana pada perendaman di dalam air, bahan akan mengalami pembengkakan oleh karena adanya ekspansi linear (Abuzar *et al.*, 2010).

d. Kestabilisan warna dan resistensi terhadap staining

Bedasarkan studi oleh Takabayashi mengenai kestabilan warna 6 bahan basis gigi tiruan termoplastik yaitu 3 poliamida, 2 polikarbonat, dan 1 polietilen terephthalate setelah perendaman di dalam larutan kopi dan kari selama 60 jam. Hasil studi menunjukkan bahwa terjadi perubahan warna pada 3 poliamida (*Valplast, Lucitone, Flexite*) pada perendaman di dalam kari dan Valplast serta Flexite menunjukkan perubahan warna pada perendaman di dalam larutan kopi (Takabayashi, 2010).

Studi lainnya dilakukan oleh Sepulveda-Navarro dkk mengenai kestabilisan warna pada 2 resin akrilik *heat-cured* dan 1 resin termoplastik nilon (*Transflex*) pada perendaman di dalam minuman kopi, *Cola*, wine merah dan air suling menggunakan *ultraviolet-visible spectrophotometer*. Hasil studi menyatakan bahwa *Transflex* mengalami perubahan warna yang signifikan setelah perendaman 15 dan 30 hari dalam *Cola*. Besarnya perubahan warna pada basis gigi tiruan berbahan termoplastik nilon terkait dengan sifat higroskopik dan besarnya penyerapan air (Vojdani dan Giti, 2015).

4. Teh (*Camellia sinensis*)

Tanaman teh merupakan tanaman tahunan yang terdiri dari banyak spesies yang menyebar di Asia Tenggara, India, Cina Selatan, Laos Barat Laut, Muangthai Utara dan Burma. Taksonomi tanaman teh terdiri atas kingdom

Plantae, division *Spermatophyta*, sub division *Angiospermae*, class *Dicotyledoneae*, ordo *Guttiferales*, family *Theaceae*, genus *Camellia*, spesies *Camellia sinensis* (Effendi *et al.*, 2010). Tipe teh dapat dibedakan berdasarkan proses pengolahannya, yaitu teh hijau, teh hitam dan teh oolong (Dewi *et al.*, 2009). Diantaranya, teh hitam adalah jenis teh paling sering diminum termasuk di Indonesia (Liwang, 2010).

Teh hitam merupakan jenis teh yang mengalami proses oksidasi penuh atau fermentasi sehingga daunnya berwarna coklat gelap dan hasil seduhannya dari coklat kemerahan sampai coklat pekat. Ada empat tahap pemrosesan dari daun teh menjadi teh hitam yang siap diseduh/dikonsumsi. Pertama, daun teh yang telah dipetik dibiarkan layu sebentar. Daun teh tersebut digiling sehingga kandungan cairan dalam teh tersebut keluar. Daun teh tersebut dibiarkan teroksidasi enzimatis seluruhnya dan teh tersebut dikeringkan dan siap diseduh. Kandungan senyawa kimia dalam daun teh digolongkan menjadi kelompok besar, yaitu (Towaha dan Balitri, 2013) :

a. Golongan fenol

1) Katekin

Katekin termasuk dalam golongan flavonoid yang merupakan senyawa metabolit sekunder yang secara alami dihasilkan oleh tumbuhan. Katekin ini salah satu senyawa paling penting pada daun teh sebagai antioksidan yang menyehatkan tubuh. Senyawa katekin juga berperan dalam menentukan sifat produk teh seperti rasa, warna dan aroma.

2) Flavanol

Flavanol adalah salah satu antioksidan alami di dalam tanaman yang mempunyai kemampuan mengikat logam. Flavanol di dalam daun teh meliputi senyawa kaemferol, kuarsetin dan mirisetin. Diketahui bahwa flavanol memiliki aktivitas yang dapat menguatkan dinding pembuluh darah kapiler dan memacu pengumpulan vitamin C.

- b. Golongan bukan fenol, yaitu karbohidrat, pektin, alkaloid, asam organik, resin, vitamin, mineral, protein dan asam amino, klorofil dan zat warna lainnya.
- c. Golongan aromatis.
- d. Enzim.

5. Kopi (*Coffea. Sp*)

Kopi (*Coffea. Sp*) merupakan salah satu minuman golongan minuman psikostimultan yang menyebabkan orang tetap terjaga dan mengurangi kelelahan sehingga menjadi salah satu minuman favorit, termasuk masyarakat pemakai gigi tiruan. Sistem taksonomi kopi adalah kingdom *Plantae*, division *Spermatophyta*, sub division *Magnoliophyta*, class *Magnoliophyta*, sub class *Asteridae*, ordo *Rubiales*, family *Rubiaceae*, genus *Coffea*, spesies *Coffea sp.* (Rahardjo, 2012). Asam klorogenat merupakan salah satu komponen yang dapat memberikan sifat keasaman pada minuman kopi. Asam klorogenat berfungsi sebagai efek antifungi, sebagai antioksidan pada biji kopi yang dapat melawan stress oksidatif serta menghambat pembentukan bahan karsinogenik. Kandungan ini juga dapat menurunkan sifat fisik dari bahan basis gigi tiruan yang dipakai seperti basis gigi

tiruan dari bahan termoplastik nilon. Pernyataan tersebut didukung oleh Sundari dkk yang menyatakan bahwa kandungan kopi seperti asam klorogenat, asear, format, malikat, sitrat, laktat dan quinat akan menghasilkan pH rata-rata 5,60. Padahal, salah satu kandungan kopi seperti senyawa fenolik yaitu asam klorogenat selain memiliki keuntungan dalam efek antifungi, kandungan ini juga dapat menurunkan sifat fisik dari bahan basis gigi tiruan yang dipakai seperti basis gigi tiruan dari bahan termoplastik nilon (Sundari *et al.*, 2016).

6. Minuman Isotonik

Menurut BSN (1998), minuman isotonik merupakan salah satu produk minuman ringan karbonasi atau nonkarbonasi untuk meningkatkan kebugaran, yang mengandung gula, asam sitrat, dan mineral. Kata isotonik biasanya sering digunakan untuk larutan atau minuman yang memiliki nilai osmolalitas yang mirip dengan cairan tubuh, sekitar 280 mili osmolaritas/kg H₂O. Minuman isotonik dibuat untuk menggantikan energi, cairan tubuh dan elektrolit yang hilang selama dan setelah kita melakukan aktivitas fisik berat, seperti bekerja dan olahraga yang umumnya akan menekan selera makan. Bila hal ini tidak diatasi, maka akan tercipta defisit energi yang ditandai dengan penurunan cadangan energi dalam bentuk glikogen. Keadaan ini merugikan karena dapat menyebabkan penurunan masa tubuh, kehilangan jaringan aktif, kelelahan kronis, dan suplai, makanan (glukosa) ke sel otak terganggu. Oleh karena itu, kehadiran minuman isotonik diharapkan dapat mengatasi permasalahan kehilangan energi, cairan tubuh dan elektrolit. Minuman isotonik yang beredar dipasaran banyak menggunakan

disakarida (sukrosa) sebagai karbohidrat penyuplai energi. Karbohidrat yang memiliki indeks glisemik yang tinggi lebih efektif dibandingkan yang memiliki glisemik yang rendah untuk minuman isotonik. Hal ini menunjukkan bahwa selain glukosa dan sukrosa, bahan lain seperti madu dapat digunakan untuk menggantikan sukrosa dalam pembuatan minuman isotonik. Dewasa ini, di Indonesia telah banyak beredar beberapa merk dagang minuman isotonik (Koswara, 2009).

7. Kekuatan Transversa

Kekuatan transversa (*transverse strength*), kekuatan tekuk (*flexural strength*) atau modulus pecah (*modulus of rupture*) adalah uji kekuatan dari suatu batang yang terdukung pada kedua ujungnya atau suatu lempeng tipis yang didukung sepanjang lingkaran dibawahnya dan diberi beban statis. Untuk spesimen bentuk *disc*, batang uji yang telah diberi tanda diletakkan ditengah alat tekan supaya tekanan tertuju pada satu garis batang uji. Kemudian mesin dihidupkan, pemberat alat turun menekan tepat pada tengah batang uji sampai terjadi patahnya batang uji, secara otomatis alat berhenti dan pada monitor menunjukkan nilai yang didapat dari hasil uji. Hasil yang diperoleh kemudian dimasukkan dalam rumus untuk mengetahui nilai kekuatan transversanya. Rumus kekuatan transversa adalah sebagai berikut (Anusavice *et al.* , 2013):

$$S = \frac{3IP}{2bd^2}$$

Keterangan :

S = kekuatan transversal (MPa atau kg/cm^2 atau N/mm^2)

P = beban maksimum yang diterapkan (kg atau N)

I = jarak antara kedua mendukung (cm atau mm)

b = lebar batang uji (cm atau mm)

d = ketebalan spesimen (cm atau mm)

Kekuatan transversa merupakan kombinasi dari kekuatan tarik dan kekuatan geser dimana uji kekuatan transversa sering dilakukan untuk mengukur sifat mekanis dari suatu basis gigi tiruan karena cukup mewakili tipe-tipe gaya yang terjadi selama proses pengunyahan (Anusavice *et al.*, 2013).

Kekuatan transversa suatu bahan gigi tiruan tergantung pada teknik pengadukan, kandungan monomer sisa, mikroporositas gigi tiruan yang tidak dapat terlihat, jarak waktu dari tahap pengisian ke dalam *mould* sampai pengepresan dan jarak waktu dari proses pengepresan hingga proses curing (Pantow *et al.*, 2015). Nilai kekuatan transversal minimal suatu bahan basis gigi tiruan adalah sekitar $652,628 \text{ Kg/cm}^2$ (Anusavice *et al.*, 2013).

8. Hubungan Kekuatan Transversal Termoplastik Nilon terhadap Teh, Kopi, dan Minuman Isotonik.

Basis gigi tiruan berbahan termoplastik nilon yang lama terpapar oleh larutan asam dapat mengalami penurunan kekuatan transversa. Penurunan kekuatan ini menunjukkan semakin lemahnya basis gigi tiruan nilon termoplastik dalam terjadinya fraktur pada basis gigi tiruan dan menahan gaya pengunyahan (Amalia *et al.*, 2013). Larutan asam dapat berupa minuman, salah satunya teh, kopi, dan

minuman isotonik. Hasil studi Joseph menyatakan bahwa teh bersifat asam dengan pH 3,5. Hal ini disebabkan oleh salah satu unsur kimia di dalam teh, yaitu polifenol. Jika berkontak dengan larutan fenol, bahan resin akan berpengaruh secara kimiawi dan masuk ke dalam permukaan resin sehingga terjadi degradasi ikatan polimer sehingga dapat merusak permukaan resin (Mathai *et al.*, 2009).

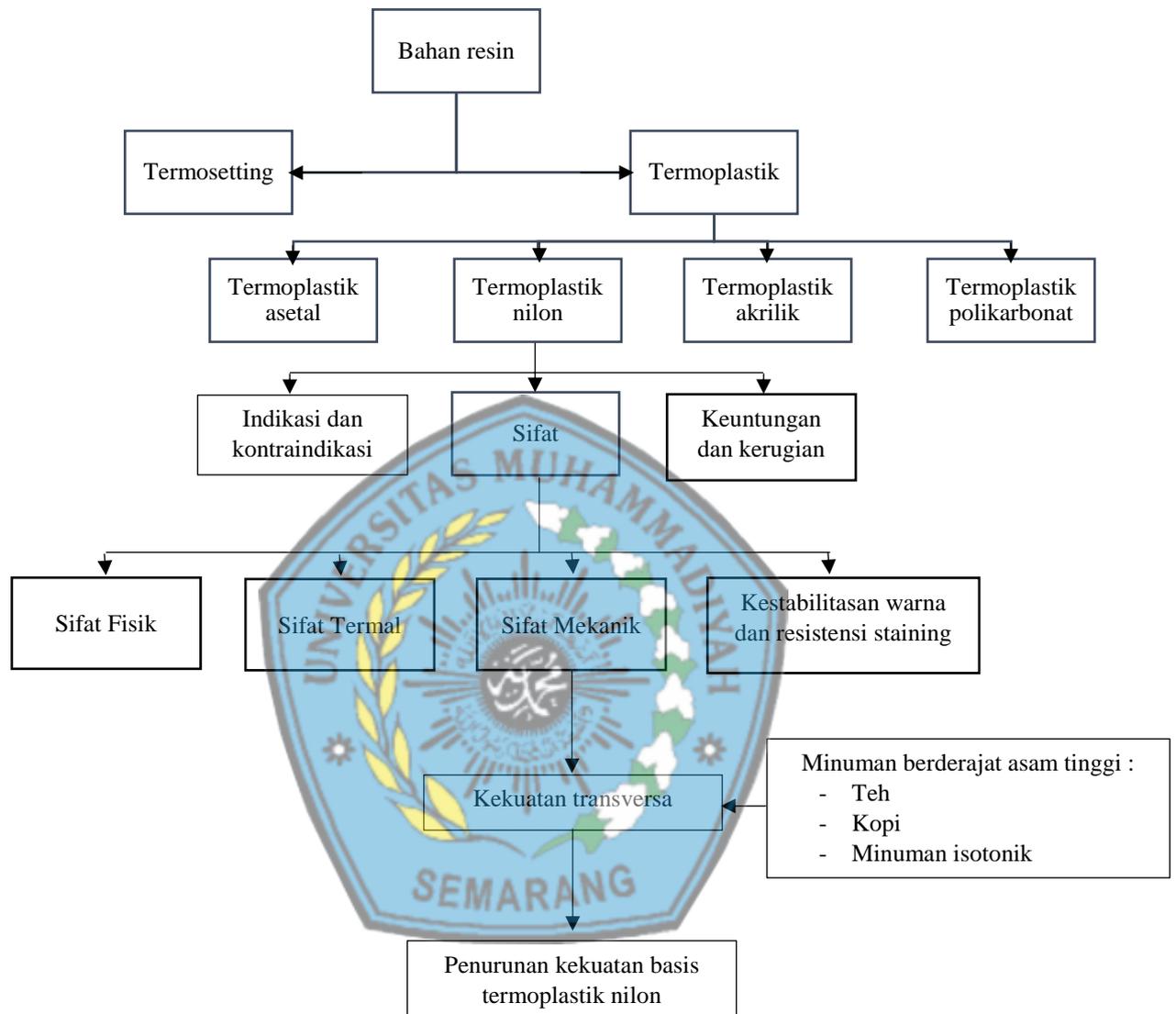
Minuman isotonik mengandung beberapa jenis asam, seperti asam fosforik, asam sitrat, asam malik dan asam tartarik sehingga minuman isotonik mempunyai pH yang rendah antara 2,4-4,5. Beberapa penelitian membuktikan bahwa minuman isotonik yang diminum secara perlahan akan meninggalkan residu dalam rongga mulut untuk beberapa menit sehingga mempengaruhi kesehatan gigi karena minuman isotonik memiliki pH kritis dapat menyebabkan erosi gigi (Panigoro *et al.*, 2015). Mettler menyatakan bahwa minuman isotonik dapat mengikis gigi sehingga dapat menyebabkan terjadinya demineralisasi email gigi (Mettler *et al.*, 2006).

Studi yang dilakukan oleh Sundari dkk (2016) menyatakan bahwa kandungan kopi seperti asam klorogenat, asear, format, malikat, sitrat, laktat dan quinat akan menghasilkan pH rata-rata 5,60. Asam yang terkandung dalam kopi akan menyebabkan terjadinya degradasi ikatan polimer sehingga adanya pelepasan beberapa ikatan. Pelepasan ini akan mengakibatkan adanya ruang-ruang kosong diantara matriks polimer sehingga mudah terjadinya difusi cairan dari luar ke dalam resin yang dapat mengganggu rantai polimer resin. Selain itu, kopi juga mengandung senyawa fenolik yang diperkirakan mampu berpenetrasi ke ruang

mikroporositas dan melarutkan bahan dasar resin sehingga terjadi penurunan sifat mekanik seperti kekuatan transversa (Sundari *et al.*, 2016).

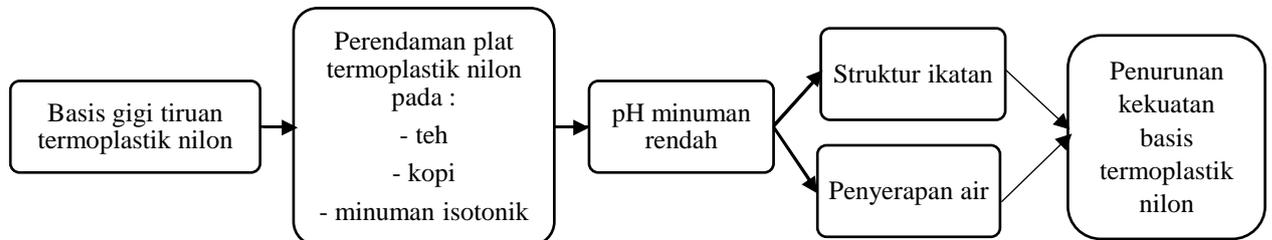


B. Kerangka Teori



Gambar 2.2 Kerangka Teori

C. Kerangka Konsep



Gambar 2.3 Kerangka Konsep

D. Hipotesis

Adanya penurunan kekuatan transversa plat termoplastik nilon setelah direndam dalam teh, kopi dan minuman isotonik.

