

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### A. Latar Belakang Masalah

Resin komposit merupakan bahan restorasi yang sering digunakan dalam kedokteran gigi karena resin komposit terbuat dari bahan yang sesuai dengan warna alami gigi. Resin komposit bisa diartikan sebagai suatu bahan yang ditempatkan pada rongga mulut yang berguna untuk memperbaiki struktur gigi dan meningkatkan estetik (Anusavice, 2013). Kandungan utama resin komposit setidaknya terdiri dari 2 bahan yang berbeda sehingga dengan penggabungan beberapa bahan akan menghasilkan resin komposit yang mempunyai banyak keuntungan dibandingkan bahan restorasi lainnya (McCabe & Walls, 2008).

Komposisi resin komposit terdiri dari tiga bahan utama yaitu organik resin matriks, inorganik partikel *filler*, dan *coupling agent*. Komposisi pertama adalah monomer matriks resin Bis-GMA yang merupakan turunan dari reaksi *bisphenol A* dan *glisidilmetakrilat* banyak digunakan pada resin komposit. Monomer Bis-GMA dan *urethane dimethacrylate* (UDMA) digabungkan dengan partikel bahan pengisi *filler* menjadikan viskositas dan berat molekul yang tinggi sehingga memberikan kekuatan tambahan resin komposit (Noort, 2013). Komposisi kedua adalah partikel *filler* yang mengandung kuarsa, borosilikat, dan kaca barium yang bermanfaat untuk menambah kekuatan, mengurangi *shrinkage*, dan ekspansi thermal (Fraunhofer, 2013). Selain itu, barium dan strontium juga memberikan efek radiopak sekaligus membantu deteksi adanya karies sekunder (Noort, 2013). Komposisi ketiga adalah

*coupling agent* yang berfungsi sebagai bahan pengikat antara partikel *filler* anorganik dengan matriks resin organik (Sakaguchi dan Powers 2012). Terdapat sejumlah komponen lain pada resin komposit untuk menginisiasi terjadinya polimerisasi pada monomer diantaranya yaitu aktivator dan inisiator. Kandungan pigmen berguna untuk memberikan warna sewarna gigi dan inhibitor untuk memperlama usia penggunaan dan mencegah adanya polimerisasi dini pada resin yang diaktifkan secara kimia (Anusavice, 2013).

Berdasarkan ukuran partikel *filler* resin komposit terbagi menjadi beberapa jenis, diantaranya resin komposit makrofil yang mempunyai ukuran partikel *filler* yang paling besar diandingkan yang lainnya yaitu 10-100  $\mu\text{m}$ . Ukuran partikel yang relatif besar membuat permukaan resin menjadi kasar lebih tahan abrasi, namun disamping itu mempunyai kekurangan mudah berubah warna (Widyastuti dan Hermanegara, 2017). Resin komposit mikrofiller mempunyai ukuran partikel 0.01 to 0.1  $\mu\text{m}$  sehingga dapat meningkatkan estetik dan mudah dilakukan *polishing*, namun memiliki sifat mekanik yang lebih rendah dari komposit makrofil. Resin komposit hibrid memiliki ukuran partikel 0,6-1,0  $\mu\text{m}$  yang merupakan gabungan antara resin komposit makrofil dengan mikrofil dengan tingkat kekuatan dan kehalusan yang baik sehingga dapat digunakan pada gigi posterior maupun anterior (Anusavice, 2013). Pada resin komposit nanofiller mempunyai ukuran partikel terkecil 0.005-0.1  $\mu\text{m}$  sehingga memiliki kekuatan dan hasil polesan yang lebih baik (Widyastuti dan Hermanegara, 2017). Partikel yang berukuran kecil menjadikan bahan tumpatan menjadi tidak mudah mengalami polimerisasi *shrinkage*, terjadi perubahan warna, dan

*marginal leakage* dari tepi email.

Salah satu kelemahan dari resin komposit adalah terjadinya polimerisasi *shrinkage*. Penyebab adanya polimerisasi *shrinkage* karena kandungan matriks resin yang mengandung Bis-GMA merupakan gabungan dari monomer-monomer yang membentuk ikatan karbon rantai ganda sehingga mempunyai jarak antar monomer. Proses polimerisasi monomer menjadi saling berikatan satu sama lain dan terjadi pemutusan ikatan karbon menjadi ikatan rantai tunggal, sehingga jarak antar monomer menjadi hilang dan volume resin komposit menjadi menyusut (Permana dkk., 2016). Pengerutan pada saat proses polimerisasi ini menjadikan adanya kebocoran mikro dan *marginal gap* sehingga terjadi karies sekunder (Noort, 2013). Penyusutan pada resin komposit dapat terjadi sebesar 2-7 % saat terjadinya polimerisasi (Nurhapsari, 2016). Kandungan filler yang semakin tinggi mencegah terjadinya penyusutan saat polimerisasi. Penyusutan saat polimerisasi dapat menyebabkan terbentuknya celah antara margin restorasi, diskolorisasi marginal, sensitivitas setelah dilakukan penumpatan, dan karies sekunder (Ascheim, 2015).

Penyakit yang banyak terjadi pada rongga mulut salah satunya adalah karies. Karies merupakan suatu penyakit yang membuat kerusakan pada struktur email, dentin dan sementum dikarenakan terjadi demineralisasi pada jaringan keras gigi dan diikuti kerusakan komponen organik (Kusumadewi, 2019). Karies gigi merupakan penyakit yang disebabkan adanya pergeseran besar flora residen sebagai akibat dari perubahan lingkungan karena konsentrasi sukrosa yang tinggi atau pH yang rendah (Lemos dkk., 2013). Bakteri

*streptococcus mutans* merupakan penyebab utama karies gigi karena bersifat kariogenik. Terdapat korelasi antara pembentukan *oral biofilm* dengan peningkatan kekasaran permukaan resin komposit yang disebabkan karena abrasi atau erosi, degradasi material karena produksi asam oleh organisme kariogenik, hidrolisis matriks resin oleh saliva, dan penurunan kekerasan mikro pada permukaan restorasi. Pemolesan restorasi yang tidak sempurna menjadi penyebab pembentukan biofilm bakteri pada bahan resin komposit. Tingkat kariogenik pada suatu organisme seperti *streptococcus mutans* telah terbukti lebih tinggi pada biofilm yang berdekatan dengan restorasi resin komposit pada gigi posterior daripada biofilm pada restorasi amalgam atau glass ionomer kaca. Terdapat teori bahwa bakteri planktonik dapat masuk dan melekat antara bahan restoratif dan gigi, sehingga menyebabkan karies sekunder dan patologi pulpa. Di sisi lain, jumlah dari resin yang tidak terpolimerisasi secara sempurna, monomer resin, dan produk biodegradasi resin telah terbukti penyebab pertumbuhan bakteri pada mulut di sekitar restorasi resin. Faktor faktor tersebut membuat siklus interaksi bakteri dan permukaan yang menjadikannya kekasaran pada permukaan dan pertumbuhan bakteri sehingga lapisan email memiliki risiko yang lebih besar terjadinya karies sekunder (Sakaguchi dan Powers 2012).

Perlekatan bakteri *streptococcus mutans* yang menjadi penyebab karies dipengaruhi karena pH saliva rendah sekitar 4,5-5,5 dan kekasaran permukaan resin komposit. Saliva dengan pH rendah menjadikan adanya reaksi ion  $H^+$  dengan gugus metakrilat matriks yang berpengaruh pada ketidakstabilan ikatan

matriks dan menjadikan matriks resin mudah larut dan terurai (Suparno dan Hidayah, 2019). Sifat fisik yang mempengaruhi terjadinya karies sekunder adalah karena kekasaran dari permukaan resin komposit akibat enamel yang tidak teratur atau defek akibat abrasi yang menjadikan peningkatan perlekatan bakteri *streptococcus mutans* (Kurniawan dkk., 2019). Distribusi dan ukuran partikel *filler* yang menjadi komponen resin komposit juga mempengaruhi kekasaran pada permukaan bahan restorasi. Pertimbangan dalam pemilihan *filler* juga perlu diperhatikan karena semakin kecil ukurannya akan menjadikan permukaan resin komposit semakin halus (Anusavice, 2013). Lekukan dan kekasaran pada permukaan resin komposit dapat menjadikan adanya pembentukan biofilm dan kolonisasi bakteri. Permukaan yang kasar menjadi tempat yang menguntungkan bagi bakteri untuk tumbuh, dengan dilakukan pemolesan yang baik dapat mengurangi adanya perlekatan bakteri (Derchi dkk., 2016).

Upaya untuk mencegah karies sekunder adalah dengan memilih bahan tumpatan yang baik, dapat mengatasi masalah kebocoran mikro, dan menyediakan aktivitas antibakteri pada bahan tumpatan (Kusumadewi 2019). Faktanya, sumber daya alam yang telah menyediakan penggunaan serat alam sebagai bahan alternatif material filler resin komposit seperti kayu, sisal, jerami, kenaf, kelapa, kapas, dan serat daun pisang (Rojas dkk., 2015). Salah satunya pada serat alam tanaman sisal (*agave sisalana*) yang mempunyai sifat mekanik yang baik dan digunakan sebagai material *reinforced polymer* karena kandungan selulosa yang tinggi (Kusumastuti, 2009). Sifat antibakteri yang

beragam seperti tannins, terpenoids, steroids, saponins, dan flavonoid dapat ditemukan pada serat sisal (Ajayi dkk., 2011). Pada kandungan flavonoid memiliki 3 cara untuk menghambat pertumbuhan bakteri, yang pertama dengan melakukan penghambatan proses sintesis DNA dan RNA melalui cincin B pada flavonoid yang berfungsi dalam interkalasi atau ikatan hidrogen dengan penumpukan basa asam nukleat. Kedua dengan melakukan penghambatan fungsi membran sel dan yang ketiga dengan menghambat metabolisme energi (Cushnie dan Lamb, 2005). Kerusakan membran sel dapat terjadi karena pembentukan dinding sel yang terganggu karena aktivitas treptidase peptidoglikan. Pada senyawa saponin antibakteri bekerja dengan cara peningkatan permeabilitas pada membran sehingga terjadi kehilangan kestabilan membran yang mengakibatkan terjadinya hemolisis sel. Kehilangan kestabilan dari membran sel menyebabkan sitoplasma keluar dari sel dan berakibat pada kematian sel (Anusavice, 2013). Senyawa lainnya adalah tanin dengan cara mempersempit dinding sel dan membran sel sehingga menjadikan permeabilitas sel terganggu, hal ini mengakibatkan pada perkembangan sel yang tidak stabil dan terjadi kematian sel (Misrahanum dkk. 2021). Kandungan tannin juga dapat menghambat adhesin sel mikroba, menginaktif enzim, dan merusak transport protein pada membran sel. Senyawa alkaloid mekanisme antibakteri yang terjadi karena reaksi gugus basa yang berkontak dengan dinding bakteri *streptococcus mutans* yang mengandung asam amino dan DNA akan mengalami perubahan struktur. Perubahan struktur asam amino ini akan mengubah ikatan asam basa pada DNA dan merusak keseimbangan genetik

sehingga bakteri *streptococcus mutans* akan menjadi inaktif dan hancur (Suryani dkk., 2019). Keunggulan serat sisal lainnya adalah memiliki ikatan nanosisal dengan matriks resin yang baik, yaitu ikatan antara gugus amina pada matriks organik Bis-GMA dengan gugus hidroksil pada nanosisal. Ikatan ini dapat terjadi melalui *coupling agent diglycidil ether bisphenol*. Reaksi antara ketiga molekul tersebut akan membentuk ikatan *cross-linked* dengan kestabilan yang tinggi (Meure, Furman, dan Khor 2010).

Sisal (*Agave sisalana*) berasal dari serat alam non kayu dan bahan bakunya melimpah ketersedian di dunia. Sisal banyak ditemukan di Amerika Tengah dan Amerika Selatan, sekarang telah banyak ditemukan di negara-negara Asia dan Afrika karena dapat tumbuh di iklim dan lingkungan yang bermacam macam (Fajrin 2016). Serat ini dapat dimanfaatkan menjadi tali, benang, karpet, dan kerajinan karena serat sisal telah terbukti memiliki kelebihan pada kekuatannya, tahan lama, dan memiliki afinitas terhadap zat warna yang baik (Bahtiar dkk., 2014).

Keinginan sebagian besar pasien saat ingin melakukan penambalan gigi yaitu mempunyai restorasi yang estetik, sehingga menjadikan perkembangan bahan restorasi setiap waktunya menjadi lebih baik yaitu dengan memberikan ikatan yang kuat dengan struktur gigi, memiliki kekuatan tekan yang baik, dan memiliki kandungan antibakteri. Komposisi *filler* resin komposit dapat digantikan menggunakan serat sisal karena kandungan serat sisal mempunyai kekuatan tekan baik, meningkatkan adhesi dengan polimer matriks resin sehingga menurunkan *polimerasi shrinkage*, dan memiliki sifat antibakteri

untuk mengatasi terjadinya karies karena perlekatan bakteri *streptococcus mutans* pada bahan tumpatan (Nugroho dkk., 2017). Sebagaimana Allah telah berfirman pada Al-Qur'an surat Thaha ayat 53 bahwa Allah telah menciptakan berbagai tumbuhan yang dapat menjadikan manfaat bagi umat manusia. Berikut isi dari QS. Thaha ayat 53 :

الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الْأَرْضَ مَهْدًا وَوَسَّلَكَ لَكُمْ فِيهَا سُبُلًا وَأَنْزَلَ مِنَ  
السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ أَزْوَاجًا مِّنْ نَّبَاتٍ شَتَّى

Artinya : “(Tuhan) yang telah menjadikan bumi sebagai hamparan bagimu, dan menjadikan jalan-jalan di atasnya bagimu, dan yang menurunkan air (hujan) dari langit. Kemudian Kami tumbuhkan dengannya (air hujan itu) berjenis-jenis aneka macam tumbuh-tumbuhan.”

Dalam penelitian ini digunakan nanosisal komposit dengan komposisi *filler* terbuat dari serat alam sisal berukuran nano sehingga disebut dengan nanosisal komposit. Nanosisal komposit dengan tambahan *coupling agent* diharapkan dapat menambah sifat fisik dan kimia dengan meningkatkan adhesi lignoselulosa dan matrik polimer untuk menurunkan resistensi mikroba dan penyerapan air yang berlebih (Ahmad, 2011). Ikatan yang terbentuk antara serat nanosisal dan matriks resin merupakan ikatan kimia gugus OH yang memiliki kekuatan tekan lebih baik dibandingkan resin komposit nanofiller. Pengaruh dari kekasaran permukaan sisal memperkuat ikatan mekanik antara matriks resin dan serat sisal (Nugroho dkk., 2017) . Pada reaksi gugus OH dari selulosa antara *coupling agent* dan gugus fungsi pada matriks, memiliki ikatan kovalen yang stabil antar dinding sel sehingga ikatan antar permukaan

meningkat dan mengurangi penyerapan air (Ilomaki 2011). *Diglycidil eter bisphenol* adalah salah satu bahan *coupling* yang apabila dengan matriks resin komposit dan nanosisal menghasilkan ikatan *crosslink* dengan kestabilan tinggi. Pada industri perminyakan *dyglycidyl ether bisphenol* sebagai bahan adhesif *epoxy* (Souza dan Reis, 2013).

*Streptococcus mutans* merupakan biofilm yang mendominasi di rongga mulut apabila terdapat karies yang berkembang (Lemos dkk., 2013). Biofilm mikroba sebenarnya dapat ditemukan pada berbagai mukosa di dalam tubuh, seperti pada usus, mukosa, mulut, dan hidung. Biofilm ini awalnya merupakan flora normal yang berada pada tubuh, namun dapat terjadi interaksi yang bersifat antagonis antara mikroba sehingga menyebabkan populasi bakteri menjadi patogen (Anggraeni dkk., 2005).

Berdasarkan uraian diatas, penelitian ini akan meneliti perbedaan perlekatan bakteri *streptococcus mutans* antara nanofiller komposit, nanosisal komposit, nanosisal komposit dengan *coupling agent*. Nanosisal komposit dibuat dengan menggantikan komponen *filler* inorganik dengan serat sisal berukuran nano.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut, maka diperoleh rumusan masalah sebagai berikut :

Apakah terdapat perbedaan perlekatan bakteri *streptococcus mutans* antara nanofiller komposit, nanosisal komposit, nanosisal komposit dengan *coupling agent*?

### **C. Tujuan Penelitian**

#### 1. Tujuan Umum

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perlekatan bakteri *streptococcus mutans* pada resin komposit dengan *filler* (bahan pengisi) nanosisal.

#### 2. Tujuan Khusus

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan perlekatan bakteri *streptococcus mutans* antara nanofiller komposit, nanosisal komposit, nanosisal komposit dengan *coupling agent*.

### **D. Manfaat Penelitian**

#### 1. Bagi Peneliti

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah terkait perbedaan perlekatan bakteri *streptococcus mutans* antara nanofiller komposit, nanosisal komposit, nanosisal komposit dengan *coupling agent*.

#### 2. Bagi Bidang Ilmu Kedokteran Gigi

Penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan dan memberikan informasi tentang penggunaan serat alam nanosisal sebagai *filler* komposit.

#### 3. Bagi Dokter Gigi

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dalam pengembangan serat alam sisal sebagai alternatif pilihan bahan penguat resin komposit.

## E. Keaslian Penelitian

Penelitian tentang serat sisal terhadap resin komposit telah diteliti sebelumnya oleh beberapa peneliti diantaranya sebagai berikut :

1. Penelitian (Anggraeni dkk., 2005) dengan judul “Perlekatan koloni *Streptococcus mutans* pada permukaan resin komposit sinar tampak”. Penelitian ini telah mengamati perbedaan adanya perlekatan bakteri *streptococcus mutans* pada resin komposit mikrofil dan hybrid. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perlekatan bakteri *streptococcus mutans* yang lebih sedikit pada resin komposit mikrofil dibandingkan resin komposit hybrid. Persamaan dengan penelitian ini adalah menguji adanya perlekatan bakteri pada bahan resin komposit. Perbedaan dengan penelitian ini tidak meneliti pada resin komposit mikrofil dan resin komposit hybrid.
2. Penelitian (Nugroho dkk., 2017) dengan judul “Efek Jumlah Kandungan *Filler* Nanosisal Terhadap Ketahanan Fraktur Resin Komposit”. Didapatkan ketahan fraktur paling tinggi pada resin komposit nanofiller Z350XT. Sedangkan resin komposit nanosisal dengan *filler* 60% merupakan volume yang baik. Persamaan dengan penelitian ini adalah serat sisal digunakan sebagai *filler* resin komposit dan nanofiller Z350XT sebagai kelompok kontrol. Perbedaan pada penelitian ini adalah menguji perlekatan bakteri *streptococcus mutans*, tidak menguji ketahanan fraktur, dan tidak menguji beberapa jumlah volume *filler*.