

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kesehatan pada umumnya memiliki peran penting untuk meningkatkan kualitas hidup dan produktivitas individu. Kesehatan yang buruk dapat menyebabkan berbagai masalah fisik, mental dan sosial. Salah satu hal yang perlu diperhatikan adalah kesehatan gigi dan mulut. Kesehatan gigi dan mulut yang terganggu akan menurunkan nilai fungsional dan estetika. Keadaan gigi berlubang akibat karies merupakan masalah terbesar dari kesehatan gigi dan mulut yang dapat menyebabkan hilangnya sebagian jaringan gigi yang berakibat pada fungsi gigi seperti mengunyah makanan, estetika dan bicara menjadi terganggu. Perlu dilakukan perawatan untuk mengembalikan fungsi gigi (Safitri, et al., 2022). Perawatan yang dapat dilakukan untuk mengembalikan fungsi dari gigi yaitu melakukan penumpatan menggunakan restorasi resin komposit. Restorasi gigi menggunakan resin komposit sering dilakukan oleh dokter gigi untuk mengembalikan bentuk dan warna gigi menjadi normal kembali. Resin komposit sering digunakan dalam kedokteran gigi khususnya dalam ilmu konservasi gigi untuk dijadikan bahan restorasi gigi anterior dan posterior yang sewarna dengan gigi. (Widyastuti & Fahrini, 2021).

Resin komposit merupakan bahan tumpatan sewarna gigi berupa gabungan dari dua atau lebih bahan kimia yang berbeda. Resin komposit diperkenalkan oleh Bowen tahun 1962 dan digunakan pada awal tahun 1970-an. Sifat resin komposit yaitu memiliki permukaan yang halus, translusensi yang baik dan memenuhi faktor estetik (Rahmadian, 2022). Segi estetik dikembangkan dari resin komposit yang

didapat dari resin monomer. Beberapa monomer seperti bisphenol-A-glycidyl methacrylat (Bis-GMA), urethane dimethacrylate (UDMA), dan trietilenglycol dimethacrylat (TEGDMA) (Hidayatsyah, et al., 2020) telah dikembangkan untuk mendapatkan hasil estetik, sifat mekanik, biokompatibilitas, dan ketahanan material yang baik (Sofiani & Rovi, 2020). Selain itu, penumpatan menggunakan resin komposit hanya memerlukan preparasi gigi yang minimal sehingga bisa mempertahankan struktur gigi yang sehat (Fitria & Riyadi, 2022). Komponen utama dari resin komposit adalah matriks polimer organik, partikel inorganik *filler*, *coupling agent*, dan *initiator accelerator system* (Hidayatsyah, et al., 2020). Resin komposit dapat diklasifikasikan berdasarkan ukuran partikel pengisi yaitu *macrofiller*, *microfiller*, dan *nanofiller*. Resin komposit *hybrid* adalah resin komposit yang terdiri dari dua jenis filler, diantaranya yaitu *microhybrid* dan *nanohybrid* (Hidayatsyah, et al., 2020).

Seiring berkembangnya teknologi di kedokteran gigi, bahan restorasi mengalami kemajuan dalam segi estetik, kekerasan, dan kekuatan bahan terhadap tekanan pengunyahan serta kekuatan adhesi bahan terhadap struktur gigi (Sari & Ghaisani, 2020). Resin komposit *nanohybrid* mempunyai partikel yang heterogen yaitu kombinasi antara mikropartikel yang berukuran 0,1 – 2 μm dan partikel dengan ukuran nano ≤ 100 nm (Nurhapsari & Kusuma, 2018). Resin komposit hibrid dikembangkan untuk mempertahankan keunggulan resin komposit makrofiller dan mikrofiller melalui kombinasi bahan pengisi dengan ukuran partikel yang berbeda. Resin komposit *nanohybrid* dengan ukuran partikel 40 – 50 nm, memiliki keuntungan karena ketahanan ausnya yang lebih tinggi, serta

pemolesan dan aplikasi yang mudah. *Nanohybrid* termasuk dalam nanoteknologi, biasa disebut *nanocomposite* (Putri & Elline, 2021).

Resin komposit juga memiliki kekurangan yaitu restorasi resin memiliki kecenderungan untuk mengalami perubahan warna yang dikaitkan dengan tingkat penyerapan air dan hidrofilitas matriks resin. Perubahan warna pada resin komposit merupakan perubahan fisik yang dapat terlihat secara visual. Perubahan warna pada resin komposit disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu intrinsik dan ekstrinsik. Faktor intrinsik berasal dari bahan itu sendiri yaitu matriks resin atau pada celah penghubung matriks dan pengisi karena kandungan pengisi dapat menyerap air, sedangkan faktor ekstrinsik berasal dari zat warna minuman atau makanan yang dikonsumsi (Aslan, et al., 2020). Air yang diserap oleh resin komposit dapat menyebabkan proses hidrolisis menjadi H^+ dan OH^- . Ion OH^- yang dihasilkan oleh air berikatan dengan molekul oksigen yang ada dalam ikatan siloksan (Si-O-Si) oleh karena itu, ikatan siloksan kemudian terurai menjadi Si-OH dan OH^- . Ion OH^- yang terbentuk akan terus mengganggu ikatan siloksan lainnya; selama resin komposit terus terkena air. Ikatan silanol (Si-OH) yang terbentuk oleh air dan kurkumin akan mengganggu ikatan antara matriks resin dengan partikel pengisi (Virgiani, et al., 2021). Umumnya resin komposit dapat bertahan selama 6 – 12 tahun jika dirawat dengan baik dan menghindari makanan atau minuman yang dapat menyebabkan perubahan warna. Resin komposit memiliki kecenderungan berubah warna (diskolorisasi) pada saat digunakan di rongga mulut (Makasenda, et al., 2018)

Mengonsumsi minuman berkarbonasi dan minuman berwarna merupakan faktor yang menyebabkan terjadinya perubahan warna karena sifat fisik resin

komposit mudah menyerap air dan cairan dalam mulut. Perubahan warna menjadi penyebab diperlukannya penggantian bahan tumpatan karena tidak estetik sehingga tidak menunjang penampilan seseorang (Makasenda, et al., 2018). Minuman berwarna berkarbonasi terdiri dari air berkarbonasi yang memiliki rumus kimia H_2CO_3 , yang terdiri dari $2H^+$ dan CO_3^- sehingga bersifat asam (Hidayatsyah, et al., 2020). Minuman berkarbonasi merupakan salah satu minuman yang sangat diminati oleh masyarakat Indonesia, sedangkan minuman berkarbonasi bersifat asam. Sifat asam dapat mempengaruhi kekuatan resin komposit disebabkan adanya proses degradasi ikatan polimer resin komposit menjadi monomer sehingga dapat terlepas dari resin komposit (Cholishiati, et al., 2020). Minuman ini mempunyai $pH < 7$ sehingga bersifat asam, karena mengandung karbondioksida dan asam karbonat. Sifat asam minuman berkarbonasi mengakibatkan erosi di permukaan resin komposit sehingga penyerapan air tinggi (Nurhapsari & Kusuma, 2018). Resin komposit bersifat menyerap air sehingga dapat mengalami penurunan stabilitas warna bila terpapar oleh cairan dalam rongga mulut (Hidayatsyah, et al., 2020).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Yudhit dkk pada tahun 2013 menunjukkan bahwa penyerapan air resin komposit *nanohybrid* lebih besar daripada resin komposit *microhybrid*. Penyerapan air dan nilai kelarutan berpengaruh terhadap kestabilan warna melalui proses difusi molekul air ke ruang kosong di antara rantai polimer (Hidayatsyah, et al., 2020). Pada penelitian lain yang dilakukan oleh Pramesthi (2019) tentang perbedaan perubahan warna resin komposit *nanohybrid* dengan *microhybrid* setelah perendaman dalam minuman berkarbonasi berwarna merah, resin komposit *nanohybrid* mengalami perubahan warna yang lebih besar dibanding resin komposit *microhybrid* karena mempunyai

partikel *filler* yang lebih kecil sehingga menyerap warna lebih banyak dibandingkan resin komposit *microhybrid*. Oleh karena itu peneliti tertarik untuk meneliti apakah terdapat pengaruh lama perendaman selama 12 jam, 24 jam, dan 36 jam menggunakan minuman berkarbonasi rasa stroberi terhadap terjadinya diskolorisasi resin komposit *nanohybrid*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dapat dirumuskan permasalahan dalam penelitian ini apakah terdapat pengaruh lama perendaman menggunakan minuman berkarbonasi rasa stroberi terhadap terjadinya diskolorisasi pada resin komposit *nanohybrid*.

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Untuk mengetahui pengaruh lama perendaman menggunakan minuman berkarbonasi rasa stroberi terhadap terjadinya diskolorisasi pada resin komposit *nanohybrid*.

1.3.2 Tujuan Khusus

Untuk mengetahui adanya pengaruh lama perendaman selama 12 jam, 24 jam, dan 36 jam menggunakan minuman berkarbonasi rasa stroberi terhadap terjadinya diskolorisasi resin komposit *nanohybrid*

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Akademik

Memberikan informasi baru dan bahan penelitian lebih lanjut mengenai adanya pengaruh minuman berkarbonasi rasa stroberi terhadap

diskolorisasi yang dapat terjadi pada bahan tumpatan resin komposit *nanohybrid*.

1.4.2 Manfaat Praktis

Memberikan tambahan pengetahuan dan wawasan kepada masyarakat yang memakai bahan tumpatan resin komposit *nanohybrid* dengan kebiasaan mengonsumsi minuman berkarbonasi rasa stroberi agar dapat mempertimbangkan dan mengendalikan diri sehingga bahan tumpatan yang digunakan dapat memiliki keawetan dan estetika yang baik dalam jangka panjang.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Resin Komposit

Resin komposit adalah material restoratif sewarna gigi yang tersusun atas komponen utama berupa resin matriks dan partikel *filler* yang diikat oleh *coupling agent* melalui proses polimerisasi (Sofiani & Rovi, 2020). Resin komposit berikatan dengan struktur gigi secara mikromekanis melalui penggunaan etsa asam dan bahan adhesif. Ikatan dengan email melalui pembentukan resin *tag*, sedangkan dengan dentin melalui pembentukan *hybrid layer* antara kolagen fibril dan bahan adhesif. *Hybrid layer* merupakan suatu lapisan yang terbentuk oleh monomer resin yang berinfiltrasi di antara kolagen fibril dan hidroksiapatit (Fibryanto, 2020). Resin komposit digunakan untuk menggantikan struktur gigi yang hilang, untuk memodifikasi warna dan kontur gigi, sehingga meningkatkan estetika (Sakaguchi, et al., 2019)

2.1.1 Komposisi resin komposit

A. Matriks Polimer Organik

Monomer metilakrilat berbasis resin paling sering terdiri dari Bisphenol-A-Glycidyl Methacrylate (Bis-GMA), hidroksietilmetakrilat (HEMA), trietilen glikol dimetakrilat (TEGDMA), dan uretan dimetakrilat (UDMA) (Zhou, et al., 2019). Kegunaan matriks Glycidyl Methacrylate (Bis-GMA) adalah untuk membentuk polimer *cross linked* yang kuat pada bahan komposit dan mengontrol konsistensi pada resin komposit (Yudistian, 2021).

Trietilen glikol dimetakrilat (TEGDMA) adalah matriks yang mengatur viskositas dari komposit itu sendiri matriks ini merupakan matriks yang dianggap sebagai faktor internal terjadinya diskolorisasi resin komposit. Matriks resin mengandung monomer dengan viskositas tinggi (kental) yaitu Bis-GMA yang disintesis melalui reaksi antara bisphenol A dan glycidyl methacrylate oleh Bowen. Monomer dengan viskositas rendah juga terkandung di dalamnya yaitu TEGDMA dan UDMA. Matriks resin memiliki kandungan ikatan ganda karbon reaktif yang dapat berpolimerisasi bila terdapat radikal bebas (McCabe & Walls, 2008).

B. Bahan Pengisi (*Filler*)

Partikel bahan anorganik yang ditambahkan pada resin komposit adalah bahan pengisi atau *filler*. *Filler* yang berikatan dengan matriks akan meningkatkan sifat bahan matriks tersebut. Partikel *filler* yang digunakan pada resin komposit adalah silika organik. Penambahan partikel bahan pengisi ke dalam matriks resin, secara signifikan meningkatkan sifat matriks resin, seperti berkurangnya pengerutan karena jumlah resin sedikit, berkurangnya penyerapan air, meningkatkan sifat mekanis seperti kekuatan, kekakuan, kekerasan, dan ketahanan abrasi (Anusavice, et al., 2013).

Ukuran pengisi terbagi dalam beberapa ukuran dari yang terbesar hingga terkecil yaitu, *macrofiller* (konvensional) dengan ukuran partikel 8 – 12 μm , *microfiller* dengan ukuran partikel 0,04 – 0,4 μm , *hybrid* dengan rata-rata ukuran partikel 0,6 – 1,0 μm , dan yang terkecil adalah *nanofiller* dengan ukuran partikel 0,005 – 0,01 μm . Semakin besar ukuran bahan pengisi maka kekuatannya akan semakin baik, akan tetapi permukaan yang

dihasilkan lebih kasar dan penyerapan terhadap cairan akan semakin banyak. (McCabe & Walls, 2008).

C. *Coupling Agent*

Ikatan kimia antara dua fase komposit dibentuk oleh *coupling agent*. ini adalah senyawa aktif permukaan difungsional yang melekat pada permukaan partikel pengisi dan juga bereaksi dengan monomer yang membentuk matriks resin. Bahan *coupling agent* yang digunakan dengan benar dapat memberikan sifat fisik dan mekanik yang lebih baik dan menghambat kebocoran dengan mencegah penetrasi air di sepanjang permukaan antar pengisi dan resin. *Coupling* yang tepat melalui organosilan (3-metoksi-propil-trimetoksi silane), Zirconates dan titanates sangat penting untuk kinerja klinis bahan restoratif komposit berbasis resin (Anusavice, et al., 2013).

D. Inisiator dan Akselerator

Inisiator merupakan molekul dengan ikatan atom yang mempunyai energi disosiasi rendah yang akan membentuk radikal bebas untuk memulai reaksi polimerisasi. Resin komposit memerlukan sistem inisiasi agar monomer dapat berikatan secara kimiawi menjadi polimer melalui reaksi polimerisasi. Inisiasi terdiri dari beberapa macam tipe seperti sistem inisiasi kimia (*self cure*), aktivasi sinar (*light cure*), dan *dual cure*. *Self cure* terdiri dari komponen katalis yaitu benzoil peroksida (BPO) dan komponen *base* yaitu *tertiary amine*. Inisiasi *light cure* merupakan sistem akan menyerap sinar biru pada panjang gelombang tertentu. *Self cure* dan *light cure* yang digabungkan akan membentuk sistem *dual cure*. Sistem tersebut bertujuan

untuk meningkatkan reaksi polimerisasi dan derajat konversi terutama pada area yang sulit dijangkau oleh sinar (Sofiani & Rovi, 2020).

E. *Inhibitor*

Inhibitor ditambahkan ke sistem resin untuk meminimalkan atau mencegah polimerisasi monomer secara spontan atau tidak disengaja. *Inhibitor* memiliki potensi reaktivitas yang kuat dengan radikal bebas. Bila radikal bebas telah terbentuk karena adanya paparan sinar saat pasta dikeluarkan dari kemasan, *inhibitor* akan beraksi dengan radikal bebas, kemudian akan menghambat perpanjangan rantai dengan cara menghentikan radikal bebas untuk memulai proses polimerisasi. *Inhibitor* memiliki dua fungsi yaitu, untuk memperpanjang masa penyimpanan resin dan untuk memastikan waktu kerja yang cukup (Anusavice, et al., 2013).

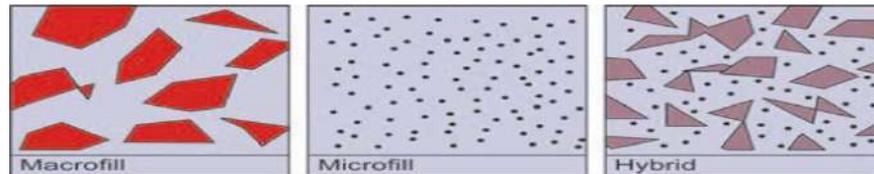
F. Modifer Optik

Untuk penampilan alami, komposit gigi harus memiliki warna visual dan tembus cahaya yang serupa dengan sifat struktur gigi. Berbagai pigmen ditambahkan yang biasanya terdiri dari partikel oksida logam dalam jumlah kecil. Transparansi dan opasitas disesuaikan seperlunya untuk mensimulasikan enamel dan dentin. Jika terlalu banyak *opacifier* ditambahkan, terlalu banyak cahaya dapat dipantulkan dan pengamat kemudian menganggap bahwa restorasi "terlalu putih", atau lebih tepatnya, "nilainya terlalu tinggi". Untuk meningkatkan *opacity*, pabrikan menambahkan titanium dioksida dan aluminium oksida ke komposit dalam jumlah kecil (0,001% hingga 0,007% berat) (Anusavice, et al., 2013).

2.1.2 Klasifikasi resin komposit

Klasifikasi resin komposit dibagi menjadi tiga, yakni, berdasarkan ukuran bahan pengisi, viskositas, dan cara aktivasinya (Zhou, et al., 2019).

A. Klasifikasi Resin Komposit Berdasarkan Ukuran Bahan Pengisi (*Filler*)



Gambar 2. 1 Klasifikasi resin komposit berdasarkan ukuran bahan pengisi (*filler*)

(Garg & Garg, 2015).

1) Resin Komposit *Macrofiller* (Konvensional)

Komposit ini mengandung partikel besar berbentuk bola atau tidak beraturan dengan diameter pengisi rata-rata 20 – 30 μm . Komposit yang dihasilkan agak buram dan memiliki ketahanan aus yang rendah (Sakaguchi, et al., 2019). *Filler* resin komposit *macrofiller* memiliki ukuran yang relatif besar dan keras sehingga sulit untuk dipoles dan dapat menyebabkan gigi antagonis terkikis saat kontak (Riva & Rahman, 2019). Semakin besar ukuran bahan pengisi maka kekuatannya akan semakin baik, akan tetapi permukaan yang dihasilkan lebih kasar dan penyerapan terhadap cairan akan semakin banyak. Begitu juga sebaliknya (Yudistian, 2021).

2) Resin Komposit *Microfiller*

Resin komposit konvensional dianggap memiliki struktur yang terlalu besar dan kasar sehingga resin komposit *microfiller* dikembangkan untuk mengatasi masalah tersebut dengan bahan utama

yaitu menggunakan silika koloidal yang dapat digunakan untuk mengatasi permukaan yang kasar pada resin komposit *macrofiller*. Resin komposit *microfiller* memiliki ukuran partikel kurang lebih 0,04 – 0,4 μm (Anusavice, et al., 2013).

3) Resin Komposit *Hybrid*



Gambar 2. 2 Resin komposit hybrid (3M)

Resin komposit *hybrid* adalah kombinasi dari pengisian makro dan pengisian mikro. Ketika pertama kali diperkenalkan, komposit ini memiliki ukuran partikel 15 – 20 μm dan ukuran partikel silika koloidal 0,01 – 0,05 μm . Penggabungan dua jenis *filler* ini bertujuan untuk menggabungkan sifat fisik resin komposit *macrofiller* dengan permukaan pemolesan yang halus dari resin komposit *microfiller*. Resin komposit *hybrid* memiliki ketahanan aus dan sifat mekanik yang baik sehingga dapat digunakan untuk restorasi gigi yang membutuhkan kemampuan menahan tegangan yang tinggi (Riva & Rahman, 2019).

4) Resin Komposit *Nanofiller*



Gambar 2. 3 Resin komposit nanofiller (3M)

Komposit *nanofiller* mempunyai ukuran partikel yang sangat kecil yaitu rata-rata sekitar 0,005 – 0,01 μm sehingga memiliki kekuatan

dan permukaan yang sangat kuat dan estetik. Partikel nano yang kecil menjadikan resin komposit *nanofiller* dapat mengurangi polimerisasi *shrinkage* dan mengurangi adanya *microfissure* pada tepi email yang berperan pada marginal *leakage*, dan perubahan warna (McCabe & Walls, 2008)

B. Klasifikasi Resin Komposit Berdasarkan Viskositas

Klasifikasi resin komposit berdasarkan viskositas yaitu, resin komposit *packable* dan resin komposit *flowable* (Zhou, et al., 2019).

1) Resin Komposit *Packable*



Gambar 2. 4 Resin komposit packable (3M)

Komposit yang dapat terkondensasi (juga dikenal sebagai komposit *packable*) adalah komposit yang banyak digunakan untuk restorasi posterior sebagai alternatif amalgam. Diperkenalkan pada akhir 1990-an, komposit yang dapat dikemas lebih kaku, kurang lengket, dan lebih mudah ditangani oleh klinisi daripada komposit konvensional. Material yang digunakan memiliki kemampuan pembentukan yang lebih mudah dan kinerja operasi yang lebih baik daripada komposit konvensional. Ketika dikemas atau dimasukkan dengan instrumen, komposit ini dapat membentuk titik kontak proksimal yang baik. Namun, beberapa studi penelitian telah menunjukkan bahwa sifat mekanik atau fisiknya tidak lebih baik daripada komposit konvensional. Evaluasi

kinerja klinis jangka panjang dari komposit *packable* masih diperlukan (Zhou, et al., 2019).

2) Resin Komposit *Flowable*



Gambar 2. 5 Resin komposit flowable (3M)

Sebuah modifikasi dari komposit partikel kecil dan komposit *hybrid* menghasilkan komposit *flowable*, yang telah dikenal sejak tahun 1995. Resin ini biasanya memiliki viskositas yang lebih rendah melalui isi *filler* yang lebih sedikit, yang memungkinkan resin mengalir dengan mudah, menyebar secara seragam, beradaptasi secara baik dengan bentuk kavitas, dan menghasilkan anatomi gigi yang diinginkan. Hal ini meningkatkan kemampuan klinisi untuk membentuk dasar atau liner kavitas yang beradaptasi dengan baik, terutama pada preparasi posterior kelas II dan situasi lain di mana akses sulit. Namun, sementara bahan ini cenderung kurang lengket selama penanganan dibandingkan dengan *microfiller* dan *hybrid*, sifat mekaniknya lebih rendah karena muatan *filler* yang lebih rendah dan kerentanan yang lebih tinggi terhadap keausan dan bentuk gesekan lainnya (Anusavice, et al., 2013).

C. Klasifikasi Resin Komposit Berdasarkan Polimerisasi

Klasifikasi resin komposit berdasarkan mekanisme polimerisasi atau aktivasinya dibagi menjadi tiga yaitu resin komposit aktivasi kimia

(*chemical-cured*), resin komposit aktivasi sinar (*light-cured*), dan resin komposit *dual-cured* (Garg & Garg, 2015)

1) Resin Komposit Aktivasi Kimia (*Chemical Cured*)



Gambar 2. 6 Resin komposit aktivasi kimia (chemical cured) (Prime Dent)

Pada awalnya merupakan campuran antara bubuk dan *liquid*, namun sekarang telah dikembangkan dalam bentuk dua pasta. Salah satu pasta berisi inisiator *benzoyl peroxide* dan pasta lainnya berisi aktivator *tertiary amine* (Garg & Garg, 2015). Ketika kedua bahan tersebut dicampur, maka *amine* akan bereaksi dengan *benzoyl peroxide* dan membentuk radikal bebas sehingga mekanisme pengerasan dimulai. Pengadukan dilakukan dengan spatula *agate* (spatula logam dapat menyebabkan diskolorisasi komposit) (Reddy, 2015).

2) Resin Komposit Aktivasi Sinar (*Light Cured*)



Gambar 2. 7 Resin Komposit Aktivasi Sinar (Light Cured) (Denjoy)

Resin ini dipasarkan dalam bentuk pasta tunggal. Pasta mengandung bahan inisiator *camphoroquinone* dan akselerator *diethyl-amino-ethyl methacrylate (amine)*. Kedua komponen tersebut akan bereaksi ketika dipapari sinar dengan panjang gelombang berkisar 400 – 500 nm, misalnya *blue light*. *Blue light* memiliki panjang gelombang

sekitar 474 nm. Kelebihan komposit *light cured* yaitu resin ini mudah dimanipulasi karena mengeras bila sudah diaplikasikan sinar (*working time* dapat dikontrol), porositas lebih rendah, serta lebih resisten terhadap abrasi (Reddy, 2015).

3) Resin komposit *dual-cured*



Gambar 2. 8 Resin komposit *dual-cured* (Dentex)

Resin ini merupakan sistem dua pasta, yang mengandung inisiator dan aktivator sinar dan kimia. Kelebihannya yaitu proses pengerasan lebih sempurna. Ketika dua pasta dicampur dan ditempatkan, lalu dilakukan *curing* dengan *light cure* unit sebagai reaksi pengerasan awal kemudian secara kimia akan melanjutkan reaksi pengerasan pada bagian yang tidak terkena sinar (Reddy, 2015).

2.2 Resin Komposit *Nanohybrid*



Gambar 2. 9 Resin komposit nanohybrid (3M)

Sesuai dengan namanya, resin komposit *nanohybrid* diformulasikan dengan sistem campuran *filler* yang mengandung *microfine* (0,01 – 0,1 μm) dan partikel halus (0,1 – 10 μm) dalam upaya untuk mendapatkan kehalusan permukaan yang lebih baik (Anusavice, et al., 2013). Resin komposit *nanohybrid* dikembangkan dalam rangka menggabungkan keuntungan dari komposit makrofil dan mikrofil. Bahan ini memiliki kandungan pengisi anorganik sekitar 75 – 85% (Chandra, et al.,

2007). Resin komposit *nanohybrid* merupakan resin komposit yang memiliki ukuran partikel yang kecil dan halus dengan diameter ukuran partikel kurang dari 2 μm dan mengandung *fumed silica* berukuran 0,04 μm (Garg & Garg, 2015). Ukuran partikel yang dimiliki resin komposit ini dapat memperbaiki sifat fisik antara lain mudah dipoles, kualitas estetik tinggi, mengurangi tingkat kekasaran permukaan, dan mempunyai *compressive strength* tinggi sehingga dapat digunakan gigi anterior maupun gigi posterior (Budiono, et al., 2019).

Suatu material akan memiliki kelebihan dan kekurangan. Demikian juga dengan *nanohybrid*, kelemahan *nanohybrid* memiliki permukaan yang kasar dan tidak glossy (Putri & Elline, 2021). Selain itu, resin komposit *nanohybrid* juga memiliki kekurangan yaitu sifat absorpsi cairan. Sifat absorpsi yang dimiliki oleh resin komposit *nanohybrid* sebesar 0,5 – 0,7 mg/cm^3 . Sifat ini cenderung mengakibatkan perubahan warna pada resin komposit *nanohybrid* (Budiono, et al., 2019).

2.3 Perubahan Warna

Resin komposit memiliki kelebihan dari segi estetik karena tersedia dalam berbagai pilihan/tipe warna yang mirip dengan warna dan struktur gigi. Umumnya resin komposit dapat bertahan selama 6 – 12 tahun jika dirawat dengan baik dan menghindari makanan atau minuman yang dapat menyebabkan perubahan warna. Resin komposit memiliki kecenderungan berubah warna (diskolorisasi) pada saat digunakan di rongga mulut (Makasenda, et al., 2018).

Mengonsumsi minuman berkarbonasi merupakan faktor yang menyebabkan terjadinya perubahan warna karena sifat fisik resin komposit mudah menyerap air dan cairan dalam mulut. Perubahan warna menjadi penyebab diperlukannya

penggantian bahan tumpatan karena tidak estetik sehingga tidak menunjang penampilan seseorang (Makasenda, et al., 2018).

2.3.1 Faktor Perubahan Warna pada Resin Komposit

Stabilitas warna bahan yang digunakan dalam restorasi gigi dipandang sebagai faktor penting dalam memastikan harapan estetika pasien dan keberhasilan restorasi. Perubahan warna yang tidak diinginkan pada resin komposit telah dikaitkan dengan penyerapan air, reaksi kimia, diet, kebersihan mulut yang buruk, dan kekasaran permukaan restorasi. Disebutkan bahwa komposisi bahan resin komposit dan sifat-sifat partikel penyusun resin komposit, serta prosedur pemolesan berpengaruh langsung terhadap kepekaan warna terhadap faktor eksternal. Meskipun kemajuan besar dalam konstruksi komposit gigi, stabilitas warnanya masih menjadi masalah utama. Perubahan warna resin terjadi karena faktor intrinsik dan ekstrinsik (Altıparmak, et al., 2022).

A. Faktor Intrinsik

Faktor intrinsik merupakan perubahan warna yang terjadi akibat material itu sendiri, terjadi degradasi dari komponen tersebut yang diiringi oleh waktu yaitu matriks resin atau pada celah penghubung matriks dan *filler* karena kandungan bahan pengisi dapat menyerap air serta polimerisasi yang tidak sempurna (Makasenda, et al., 2018). Amine tersier merupakan bahan yang dipercaya memiliki peran penting terhadap diskolorisasi intrinsik. Stabilitas warna pada resin komposit dapat ditingkatkan dengan menyesuaikan komposisi amine tersier yang terdapat pada komposisi resin komposit. Amine tersier harus meningkatkan energinya dengan mengabsorpsi sinar ultraviolet untuk bereaksi dengan komponen lainnya.

Molekul aktif dapat bereaksi lebih lanjut dengan molekul di sekitarnya. Masing-masing Amine tersier yang berbeda memiliki daya absorpsi yang berbeda. *Aliphatic tertiary amine* memiliki daya serap yang lebih rendah dari *aromatic tertiary amine* yang menyebabkan perubahan warna yang lebih minimal. Salah satu contoh amina tersier yang terdapat di dental komposit adalah 2-(dimethylamino) ethyl methacrylate (DMAEMA), jenis *Aliphatic*, dan ethyl 4 (dimethylamino) benzoate (EDMAB), jenis aromatik.

B. Faktor Ekstrinsik

Faktor ekstrinsik merupakan perubahan warna yang terjadi karena akumulasi dan absorpsi zat warna dari sumber *exogenous*. Absorpsi dari zat warna ini dapat menyebabkan perubahan warna pada resin komposit, resin komposit memiliki kemampuan untuk mengabsorpsi air dan juga cairan lainnya yang memiliki zat warna di dalamnya. Absorpsi dari cairan tersebut yang menjadi jalur penetrasi zat warna ke dalam matriks resin.

Absorpsi air pada resin komposit tergantung komposisi dari matriks resin dan konsentrasinya. Matriks resin merupakan polimer yang dapat menyerap air, tetapi partikel pengisi resin yang terbuat dari gelas tidak dapat meresorpsi air. Semakin tinggi konsentrasi dari matriks resin daripada komponen pengisinya, maka semakin tinggi juga kemungkinan perubahan warnanya. Monomer resin yang berbeda dapat memiliki kerentanan perubahan warna yang berbeda satu sama lain. Sifat hidrofilik pada monomer mempengaruhi penyerapan air pada resin komposit. Semakin hidrofilik sifat dari monomer, semakin rentan terhadap resorpsi air dan pewarnaan pada matriks resin komposit Urethane dimethacrylate (UDMA),

bisphenolA-glycidyl methacrylate (BisGMA), dan triethylene glycol dimethacrylate (TEGDMA) memiliki sifat hidrofilik.

Minuman yang berbeda dapat meningkatkan level perubahan warna. Secara umum, semakin tinggi konsentrasi dari pewarnaan sebuah minuman, semakin tinggi potensi untuk merubah warna resin komposit. Minuman berkarbonasi tidak secara langsung merubah warna restorasi resin komposit. Keasaman pH yang berpengaruh terhadap disolusi pada matriks resin komposit. Pada saat disolusi tersebut warna pada minuman berkarbonasi berpenetrasi ke dalam resin komposit. Perubahan warna ekstrinsik terjadi karena peristiwa adsorpsi dan absorpsi dari zat pewarna karena terpapar faktor eksternal. Derajat perubahan warna resin komposit berbeda pada setiap pasien berdasarkan status kebersihan mulut, diet, merokok, dan konsumsi minuman yang bervariasi (Afzali, et al., 2015)

2.3.2 Alat dan Metode Pengukuran Warna

A. *Shade Guide*

Dalam kedokteran gigi, *shade guide* digunakan untuk dicocokkan dengan gigi asli yang terdiri dari satu set standar atau *shade* buatan sendiri. *Shade guide* dapat diklasifikasikan berdasarkan bahan pembuatannya, seperti berbasis resin komposit, berbasis akrilik dan berbasis keramik. Secara umum, panduan warna harus memiliki rangkaian warna alami yang lengkap untuk struktur gigi. Sebagai standar umum, setiap *shade tab* terdiri dari bagian insisal, tengah, dan servikal yang bervariasi berdasarkan translusensi dan kerapatan warna. Saat ini, ada sejumlah panduan warna yang dapat diakses yang diterapkan dalam praktik (Jouhar, et al., 2022).

Jenis *shade guide* yang banyak digunakan adalah *Vitapan Classical* dan *Vitapan 3D Master* (Alnusayri, et al., 2022).

B. Kolorimeter

Kolorimeter mengukur warna (rona, kroma, dan nilai) seperti yang dirasakan oleh mata manusia (Alnusayri, et al., 2022). Kolorimeter merekam nilai tristimulus dan memfilter cahaya di daerah merah, hijau, dan biru dari spektrum tampak. Kolorimeter tidak mampu merekam pantulan spektral dan keakuratannya dapat berkurang karena penggunaan filter yang berlebihan dibandingkan dengan spektrofotometer. Kolorimeter menyajikan pengukuran lengkap dari cahaya yang diserap. *Shade Vision* (X-Rite, Grandville, MI, USA) adalah kolorimeter pencitraan. Penampilan gigi yang komprehensif disediakan oleh penggunaan tiga catatan berbeda, terutama untuk gingiva, sepertiga tengah dan insisal (Jouhar, et al., 2022)

C. Spektrofotometer

Spektrofotometer umumnya digunakan untuk menganalisis warna permukaan. Alat ini mengukur jumlah refleksi spektral dari tubuh dengan mengukur intensitas berdasarkan warna, atau lebih khusus lagi, panjang gelombang. Elemen optik terdiri dari sumber cahaya, monokromator, dan detektor. Secara umum, sumber cahaya terdifraksi. Beberapa panjang gelombang dilewatkan melalui celah masuk dan sampel uji yang akan diuji. Panjang gelombang cahaya yang berbeda diserap secara selektif oleh sampel. Cahaya kemudian melewati celah lain, yang disebut celah keluar, dan mengenai detektor. Detektor mengubah intensitas cahaya pada panjang

gelombang tertentu menjadi sinyal listrik, yang kemudian diperkuat dan ditampilkan di layar atau diplot pada grafik. (Alnusayri, et al., 2022).

Dimensi yang diperoleh oleh instrumen biasanya dimasukkan ke panduan bayangan gigi dan diubah menjadi koresponden tab bayangan. Alat ini mengukur sejauh mana energi cahaya yang dipantulkan dari objek pada interval 1 – 25 nm di samping spektrum yang dapat diamati. Spektrofotometer terdiri dari sumber radiasi optik, sarana hamburan cahaya, sistem optik untuk menentukan, indikator dan sarana mengubah cahaya menjadi sinyal yang dapat dievaluasi (Jouhar, et al., 2022).

Gulrajani (2010) menjelaskan bahwa pengukuran spektrofotometer yaitu menangkap cahaya yang telah dihamburkan. Sebagian cahaya yang dihamburkan akan diserap oleh pigmen di gigi dan sebagian ditangkap oleh alat. Semakin rendah pigmen di permukaan gigi maka sedikit cahaya yang akan diserap oleh pigmen sehingga cahaya lain yang akan ditangkap oleh alat lebih banyak yang menunjukkan bahwa gigi cerah dan akan menunjukkan nilai dE^*ab tinggi. Nilai dE^*ab total merupakan intensitas warna yang ditangkap oleh spektrofotometer (Wardani, 2022)

2.4 Minuman Berkarbonasi

Minuman ringan berkarbonasi adalah minuman ringan yang dibuat dengan mengabsorpsi karbondioksida ke dalam air minum, mengandung gas CO_2 yang larut dalam air berfungsi sebagai antibakteri untuk mengawetkan minuman secara alami. Minuman ringan berkarbonasi adalah minuman yang mempunyai efek *extra sparkle* dengan ciri khas sentuhan soda di mulut (*mouth feel*) dan perasaan yang menggigit (*bite*) pada saat minuman tersebut diminum. Absorpsi gas CO_2 dapat menggunakan

alat karbonator. Asam sitrat dan natrium bikarbonat merupakan senyawa kimia yang utama dalam pembuatan minuman berkarbonasi. Pencampuran asam sitrat dan natrium bikarbonat dapat menimbulkan CO_2 . Jika asam sitrat dan natrium bikarbonat bereaksi, maka akan terbentuk asam karbonat (Astuti, et al., 2018).

Minuman ringan berkarbonat memiliki pH yang sangat rendah atau di bawah pH kritis yaitu 5,5 sehingga sesudah dikonsumsi dapat menyebabkan terjadinya penurunan pH saliva (Astuti, et al., 2018). Minuman berwarna berkarbonasi terdiri dari air berkarbonasi yang memiliki rumus kimia H_2CO_3 , yang terdiri dari 2H^+ dan CO_3^- sehingga bersifat asam. Asam memiliki banyak ion H^+ yang akan melarutkan material dan menyebabkan erosi pada permukaan resin komposit. Asam menyebabkan resin komposit mengalami degradasi matriks, yaitu putusnya gugus metakrilat pada Bis-GMA dan menyebabkan terbentuknya monomer sisa (Hidayatsyah, et al., 2020). Ikatan polimer pada resin komposit semakin banyak yang terputus, terjadi *microcracks* dan *microvoids* yang menjadi jalan masuk penetrasinya zat warna ke dalam resin komposit semakin banyak terbentuk (Istibsyaroh, et al., 2018)

Minuman berkarbonasi rasa stroberi adalah minuman ringan dengan rasa buah yang sangat menonjol. Pertama kali ditemukan di Jerman. Semenjak tahun 1960-an, minuman berkarbonasi rasa stroberi sudah dipasarkan ke seluruh dunia dengan prevalensi umur konsumen adalah remaja berusia 12 – 19 tahun. Di Indonesia, minuman ini baru dipasarkan pada tahun 1973. Komposisi yang terkandung dalam minuman berkarbonasi rasa stroberi adalah air, CO_2 , gula (glukosa), natrium benzoate, asam sitrat, perisa stroberi, dan pewarna merah Karmoisin CI No. 14720 dan FCF CI No. 15985 (Sekararum, 2019).