

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Telaah Pustaka

##### 1. Perlekatan *Bracket* pada Permukaan Email

*Bracket* ortodontik merupakan salah satu komponen dari alat ortodontik cekat yang berfungsi untuk menerima kekuatan yang dihasilkan oleh kawat ortodontik. Kekuatan yang dihasilkan akan berfungsi untuk mengubah posisi gigi pasien (Brantley dan Eliades, 2001). Perlekatan *bracket* pada permukaan email didahului oleh proses etsa asam pada permukaan email dengan menggunakan *phosphoric acid*. Proses perlekatan *bracket* terdiri dari beberapa tahapan, antara lain pembersihan permukaan email, mengondisikan permukaan email, dan proses *bonding* (Graber, dkk., 2005).

Tahap pertama yang dilakukan adalah *email prophylaxis*. Tahap ini merupakan tahap pertama yang dilakukan sebelum proses etsa asam. Tujuan dilakukannya tahap *email prophylaxis* adalah untuk menghilangkan pelikel pada permukaan email. *Email prophylaxis* pada umumnya dilakukan dengan aplikasi campuran air dan *pumiced powder*, menggunakan *rubber cup* pada *low speed hand piece* (Bishara, 2001).

Tahap kedua adalah mengondisikan permukaan email. Tahap ini terdiri dari isolasi dan kontrol kelembapan, lalu diikuti dengan proses etsa

asam. Dibutuhkan permukaan email yang terisolasi dengan baik dan kelembapan yang terkontrol untuk mendapatkan proses perlekatan *bracket* yang baik. Untuk mendapatkan isolasi yang baik, dapat digunakan *check retractors* dan *plastic bite block* sebagai tumpuan gigitan dan menahan lidah. Proses etsa asam adalah proses pengolesan 35% *phosphoric acid* pada permukaan email yang telah diisolasi. Proses pengolesan ini dilakukan selama 15-30 detik, setelah itu permukaan dibilas dengan *low-speed water spray* dan dikeringkan (Bishara, 2001).

Tahap yang terakhir adalah proses *bonding*. Proses ini terdiri dari penempatan *bracket* dengan menggunakan bahan *bonding*. Terdapat tiga pengelompokan bahan *bonding* berbasis resin komposit menurut proses polimerisasinya. Tiga macam proses polimerisasi antara lain *chemically cured*, *light-cured* dan *combination of thermal- and chemically cured*. Bahan *bonding* lain yang dapat digunakan adalah bahan *resin-reinforced glass ionomer cements* (Bishara, 2001).

## **2. Pengaruh Proses Etsa Asam terhadap Permukaan Email**

Email adalah bagian terluar dan terkeras pada gigi dan berasal dari lapisan ektoderm. Email merupakan jaringan yang terkalsifikasi, aseluler, dan umumnya berbentuk prismatic (Harty dan Ogston, 2013). Bagian email pada gigi memiliki kandungan berupa 96% mineral atau material anorganik, 1% material organik, dan 3% kandungan air. Kristal yang terbentuk pada email gigi dewasa mengandung kalsium hidroksi apatit

dengan rumus kimia  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ . Kandungan tersebut memiliki struktur yang hampir sama seperti yang terkandung pada tulang, dentin, dan cementum (Bath-Balogh dan Fehrenbach, 2014).

Awal mula kegunaan etsa asam adalah sebagai basis pada sistem adhesif berbahan resin komposit. Tujuannya adalah untuk memperluas area permukaan pada email yang akan diberi bahan adhesif, serta memberikan tegangan permukaan sehingga bahan adhesif dapat memiliki perlekatan yang baik terhadap email. Etsa asam akan menghasilkan mikroporositas permukaan sehingga bahan adhesif nantinya akan masuk ke dalam struktur dan menghasilkan retensi *micromechanical* yang memiliki kekuatan perlekatan yang baik (Kilponen, dkk., 2016).

Pada kenyataannya penggunaan etsa asam ternyata juga menyebabkan perubahan yang kurang baik terhadap permukaan email. Etsa asam dapat menyebabkan permukaan email menjadi kasar dan berakibat pada hilangnya mineral hidroksi apatit dari gigi (Zafar dan Ahmed, 2015). Selain itu, dalam penggunaan jangka panjang etsa asam juga dapat menyebabkan terjadinya *white spot* akibat dekalsifikasi email (Eliades, dkk., 2001).

Selain perubahan terhadap struktur email, proses etsa asam juga dapat menyebabkan perubahan warna dan mengurangi estetika permukaan email. Dua hal yang menjadi penyebab utama terjadinya perubahan warna pada permukaan email adalah terbentuknya *white spot* dan penetrasi dari

*resin tags* pada struktur permukaan email. *Resin tags* dapat menyerap warna dan menyebabkan korosi dari *bracket* ortodontik (Joo, dkk., 2011). Resin yang sudah berpenetrasi ke dalam permukaan email akan meresap ke dalam dan tidak dapat dibersihkan dengan prosedur pembersihan pada umumnya (Eliades, dkk., 2001).

### 3. Pengaruh Proses Pelepasan *Bracket* terhadap Permukaan Email

Tahap akhir perawatan ortodontik adalah pelepasan *bracket* ortodontik dan mengembalikan kembali kondisi email seperti saat sebelum perawatan. Proses pelepasan *bracket* ortodontik terdiri dari proses pengangkatan *bracket* dari permukaan gigi, serta proses pembersihan sisa-sisa bahan adhesif yang menempel pada gigi (Graber, dkk., 2005).

Proses pelepasan *bracket* ortodontik dapat menimbulkan kekasaran pada permukaan email. Karan, dkk pada tahun 2010 melakukan penelitian untuk melihat kekasaran permukaan email setelah perawatan ortodontik. Pada penelitian ini, peneliti menggunakan dua jenis bur yang berbeda untuk membersihkan sisa bahan adhesif pada saat pelepasan *bracket* ortodontik. Bur yang digunakan adalah *tungsten carbide* bur dan *composite* bur. Hasil dari penelitian ini adalah penggunaan *composite* bur dapat menghasilkan permukaan yang lebih halus setelah proses pelepasan *bracket* ortodontik (Karan, dkk., 2010).

Penelitian yang dilakukan oleh Suliman, dkk pada tahun 2015 bertujuan untuk melihat perubahan email setelah pelepasan *bracket*. pada

dua jenis *ceramics bracket* yang berbeda, yaitu *polycrystalline* dan *monocrystalline ceramic*. Sampel gigi yang telah dipasang *bracket* terlebih dahulu disimpan selama 7 hari untuk memaksimalkan proses polimerisasi baru kemudian dilakukan pelepasan *bracket*. Hasil dari penelitian ini adalah kedua jenis *ceramics bracket* tersebut menghasilkan kerusakan email yang sangat sedikit. Namun, pada *polycrystalline ceramic* kerusakan yang terjadi lebih buruk dari *monocrystalline ceramic*. Pada akhir proses pembersihan email menggunakan bur jenis *multi-fluted carbide*, kerusakan email mencapai 20-30  $\mu\text{m}$  (Suliman, dkk., 2015).

#### **4. Bahan Bonding Ortodontik**

Bahan *bonding* ortodontik menurut macamnya dibagi menjadi beberapa jenis. Menurut komponen bahan dasar dibagi menjadi dua macam, yaitu bahan dengan kandungan *glass ionomer cement* dan kandungan resin. Selain itu, menurut proses polimerisasinya dibagi menjadi empat macam. Proses polimerisasi yang pertama adalah *chemically activated* atau polimerisasi kimia, juga biasa disebut dengan *self cured*. Proses polimerisasi yang kedua adalah *light cured* atau proses polimerisasi dengan bantuan cahaya. Proses yang ketiga adalah *dual cured* yaitu proses polimerisasi yang terjadi secara kimia dan dibantu oleh cahaya. Proses polimerisasi yang terakhir yaitu *thermocured*, yaitu proses

polimerisasi yang terjadi karena perubahan temperatur (Brantley dan Eliades, 2001).

#### a. Resin Komposit

Komposit adalah bahan material kedokteran gigi yang berasal dari partikel-partikel anorganik filler yang homogen. Monomer yang terkandung pada resin komposit antara lain *Bis-Glycidyl methacrylate* (BisGMA), *Urethane Dimethacrylate* (UDMA), dan *Triethylene glycol Dimethacrylate* (TEGDMA). Perlekatan yang baik antara resin komposit dan *bracket* metal dihasilkan oleh komponen BisGMA. Struktur anorganik resin komposit terdiri atas kuarsa, kaca borosilikat, litium aluminium silikat, strontium, barium, seng, gelas itrium atau barium aluminium silikat dengan berbagai bentuk dan ukuran. Jenis resin komposit yang digunakan untuk bonding ortodontik terbagi menjadi *mix*, *no-mix* dan polimerisasi berbasis *light-cured* (Başaran dan Veli, 2011).

Biofix adalah bahan *bonding* ortodontik berbasis resin komposit yang mengandung *Bisphenol glicidilmetacrilato* (34.78%), *Urethane dimethacrylate Ethylene*, *load Petroleum* (41.52%), *Dioxide Titanium*, *Sodium Fluoride* dan *Catalyst* (Pithon dan Santos, 2010). Proses polimerisasi bahan ini menggunakan teknik *light cured*. Biofix mengeluarkan *fluoride* sebagai pencegah demineralisasi email.

Penelitian yang dilakukan oleh Pithon, dkk pada tahun 2011 membuktikan bahwa bahan Biofix mengeluarkan *fluoride* sebanyak 10.58 ppm pada hari pertama pengamatan (Pithon, dkk., 2011).

**b. Resin-modified Glass Ionomer Cements (RMGIC)**

RMGIC adalah bahan yang dikembangkan dari *glass-ionomer cement* konvensional. Bahan ini dikembangkan dalam upaya memperoleh kekuatan ikatan sebaik resin komposit konvensional dan meningkatkan pelepasan *fluoride* seperti pada *glass-ionomer cement* konvensional. Proses polimerisasi bahan ini dapat menggunakan *dual* atau *light-cured*. Kekuatan perlekatan yang dihasilkan oleh bahan ini tergantung dengan bahan yang digunakan pada tahap persiapan permukaan email. Pada tahap persiapan permukaan email dapat diaplikasikan bahan *phosphoric acid* 37% atau *polyacrylate acid* 20% (Cheng, dkk., 2011).

Fuji Ortho LC merupakan bahan *bonding* ortodontik berbahan dasar *resin-modified glass-ionomer*. Bahan ini dapat mengeluarkan *fluoride* dan sudah banyak diteliti pada penelitian-penelitian sebelumnya. Besar *fluoride* yang dikeluarkan oleh Fuji Ortho LC adalah sebesar 9.47 ppm pada hari pertama pemakaian (Pithon, dkk., 2011).

Fuji Ortho LC terdiri dari *powder* dan *liquid*. *Powder* dan *liquid* dicampurkan dengan perbandingan 3:1 (satu sendok takar

*powder* dicampur dengan dua tetes *liquid*). Cara mencampurnya adalah dengan membagi *powder* menjadi dua bagian sama banyak, lalu bagian *powder* pertama dicampur dengan *liquid* dan diaduk selama 10 detik, lalu dilanjutkan pencampuran dengan *powder* bagian kedua dan diaduk bersama selama 10-15 detik (Budipramana, dkk., 2013).

## 5. Demineralisasi Email

Demineralisasi adalah proses yang terjadi akibat menurunnya pH saliva dalam rongga mulut. Rendahnya pH saliva akan menyebabkan ion Hidrogen semakin meningkat sehingga dapat merusak ikatan hidroksiapatit pada gigi sehingga kristal email akan larut dan menyebabkan terjadinya demineralisasi (Widyaningtyas, dkk., 2014).

Proses demineralisasi email ditandai dengan munculnya *white spot lesion* yang biasanya terjadi setelah pemakaian *bracket* selama satu bulan. Demineralisasi email yang terjadi pada pengguna *bracket* ortodontik dipengaruhi oleh kesulitan pasien untuk membersihkan area sekitar *bracket*, menempelnya bakteri pada bahan adhesif ortodontik, dan meningkatnya jumlah bakteri dalam rongga mulut selama perawatan ortodontik (Wilson dan Donly, 2001). Faktor lain yang mempengaruhi demineralisasi adalah perlekatan *bracket* yang rusak, bahan adhesif yang tidak cukup kuat, dan reaksi antara bahan adhesif dengan cairan saliva dalam rongga mulut (Prabhavathi, dkk., 2015).



Faktor-faktor lain yang dapat menyebabkan terjadinya demineralisasi adalah adanya bakteri *Streptococcus mutans*, pengaruh saliva dalam rongga mulut, *oral hygiene*, komponen ortodontik cekat serta proses pemasangannya, dan proses pelepasan di akhir perawatan ortodontik (Chapman, dkk., 2010)(Chang, dkk., 1997).

#### **6. Remineralisasi Kerusakan Email Akibat Proses Etsa Asam dan Pelepasan *Bracket***

Remineralisasi adalah proses terbentuknya kembali kristal hidroksi apatit pada email gigi oleh ion mineral kalsium dan fosfat. Ion kalsium dan fosfat akan menghambat terjadinya demineralisasi dan menyebabkan pembentukan kembali kristal hidroksi apatit yang telah larut. Proses ini juga dipengaruhi oleh meningkatnya kembali pH saliva yang rendah, sebagai akibat dari penetralan oleh system buffer saliva (Widyaningtyas, dkk., 2014).

Terdapat beberapa jenis bahan yang dapat membantu proses remineralisasi pada gigi, antara lain adalah *casein phosphor-peptides-amorphous calcium phosphate* (CPP-ACP), *amorphous calcium phosphate* (ACP), *dicalcium phosphate dehydrate* (DCPD), *nano-hydroxyapatite* (nHA) dan *bioactive glass materials* (Kalra, dkk., 2014).

*Bioactive glass materials* adalah bahan yang terbuat dari mineral sintetik yang mengandung sodium, calcium, phosphorus dan silica (sodium calcium phosphor silicate). Material-material tersebut pada

dasarnya terkandung secara alami dalam tubuh kita. Bahan bioactive glass pada awalnya digunakan sebagai bahan remineralisasi pada tulang. Salah satu jenis bahan bioactive glass yang banyak dipakai adalah Novamin (Kalra, dkk., 2014)(Gjorgievska, dkk., 2010).

## 7. Novamin

Salah satu upaya pencegahan kerusakan email akibat proses etsa asam dapat dilakukan dengan aplikasi bahan Novamin. Novamin adalah komponen *bioactive glass particulates* yang memiliki ukuran kurang dari 20 mikron. Novamin telah teruji secara efektif dapat membantu remineralisasi struktur gigi yang rusak (Golpayegani, dkk., 2012).

Golpayegani, dkk melakukan penelitian pada tahun 2012 menggunakan Novamin untuk melihat potensi remineralisasi Novamin dibandingkan dengan gel Fluoride 1,1% pada lesi karies buatan. Penelitian ini menunjukkan hasil bahwa Novamin memberikan efek remineralisasi yang lebih besar jika dibandingkan dengan gel Fluoride 1,1%. Aplikasi Novamin menyebabkan angka kekerasan permukaan menjadi lebih tinggi, dibandingkan dengan aplikasi gel Fluoride 1,1%. Hal ini karena proses remineralisasi oleh Novamin menghasilkan terbentuknya lapisan mineral dan fosfat yang baru, sehingga angka kekerasan permukaan menjadi lebih tinggi (Golpayegani, dkk., 2012).

Novamin adalah material *bioactive glass* yang diklasifikasikan sebagai *inorganic amorphous calcium sodium phosphosilicate (CSPS)*.

Novamin memiliki kandungan 45% SiO<sub>2</sub>, 24.5% Na<sub>2</sub>O, 24.5% CaO and 6% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Komposisi khusus Novamin yaitu Bioglass, yang mengandung kalsium, natrium, fosfat dan silika, semuanya sebagai matriks amorf. Bioglass memiliki rumus kimia CaNaO<sub>6</sub>PSi. Kandungan Novamin berupa silika dan kalsium ionik, fosfor dan natrium nantinya akan berguna untuk bahan mineralisasi tulang dan gigi (Kumar, dkk., 2015).

Kandungan Novamin yang beraneka ragam membuat Novamin memiliki banyak kegunaan. Antara lain kegunaan Novamin adalah sebagai pilihan bahan untuk regenerasi tulang, hipersensitivitas, antigingivitis serta dimanfaatkan sebagai efek anti plak. Selain itu, dalam perawatan endodontik, Novamin digunakan sebagai bahan partikel *air-abrasive* pada saat pembersihan lesi karies pada email maupun dentin. Kegunaan lainnya adalah sebagai *dental material* yang mendukung system bonding bahan restorative pada dentin (Kumar, dkk., 2015).

Novamin akan bereaksi di dalam rongga mulut akan bereaksi ketika berkontak dengan saliva. Reaksi Novamin dengan saliva akan membentuk lapisan *hydroxycarbonate apatite* yang memiliki struktur yang hampir sama dengan email dan dentin, sehingga terjadilah proses remineralisasi. Penelitian Mohanty, dkk tahun 2014 menyatakan penggunaan Novamin selama 10 hari pada lesi sekitar *bracket* ortodontik menunjukkan adanya remineralisasi, dilihat dari perubahan yang

signifikan pada kandungan Ca/P (kalsium fosfor) sebelum dan sesudah aplikasi Novamin (Mohanty, dkk., 2014).

## **8. Saliva**

Saliva merupakan salah satu faktor yang berperan dalam proses demineralisasi dan remineralisasi. Saliva yang bereaksi dengan bakteri plak dan sisa-sisa makanan yang ada dalam gigi, lama kelamaan akan menyebabkan terjadinya demineralisasi. Selain itu, parameter saliva seperti pH saliva, laju aliran saliva dan *buffer capacity* pada saliva juga berpengaruh dalam proses demineralisasi dan remineralisasi (Chang, gdkk., 1997).

Penelitian ini menggunakan saliva buatan yang mengandung 2gr/lit methyl-phydroxybenzoat, 10gr/lit sodium carboxy methyl cellulose, 625gr/lit potassium chloride, 0.059gr/lit Mg Cl<sub>2</sub>, 6H<sub>2</sub>O, 0.166gr/lit CaCl<sub>2</sub>-2H<sub>2</sub>O, 0.804gr/lit K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, 0.326gr/lit KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> dengan pH 6,75 (Golpayegani, dkk., 2012).

## **9. Scanning Electron Microscope EDS Analysis**

*Scanning Electron Microscope* (SEM) adalah mikroskop yang dapat mengamati objek berupa bahan organik maupun anorganik dengan pengamatan sampai skala nanometer (nm) hingga mikrometer (µm). SEM memiliki kemampuan untuk menyajikan gambar tiga dimensi pada objek yang diamati. dengan perbesaran 10-10000x (Goldstein, dkk., 2013).

*Energy Dispersive Spectroscopy* (EDS) merupakan bagian dari SEM yang memiliki kemampuan untuk melihat komposisi yang terkandung pada permukaan specimen yang akan diteliti. *Energetic electron* yang menyinari bagian permukaan akan menghasilkan foton X-ray. Foton X-ray inilah yang akan mendeteksi komposisi yang terkandung dalam specimen tersebut (Olea-Mejia, dkk., 2014).



**Gambar 1.** Scanning Electron Microscope

## **10. Surface Roughness Tester KR 220**

Surface Roughness Tester KR 220 adalah alat yang digunakan untuk menilai kekasaran permukaan. Alat ini menggunakan kemampuan elektromekanik dan mudah digunakan. Standar yang kompatibel dengan alat ini adalah ISO, DIN, ANSI dan JIS. Hasil pengukuran alat ini akan ditunjukkan pada display informasi alat dengan satuan mikron.



**Gambar 2.** Surface Roughness Tester

## **B. Landasan Teori**

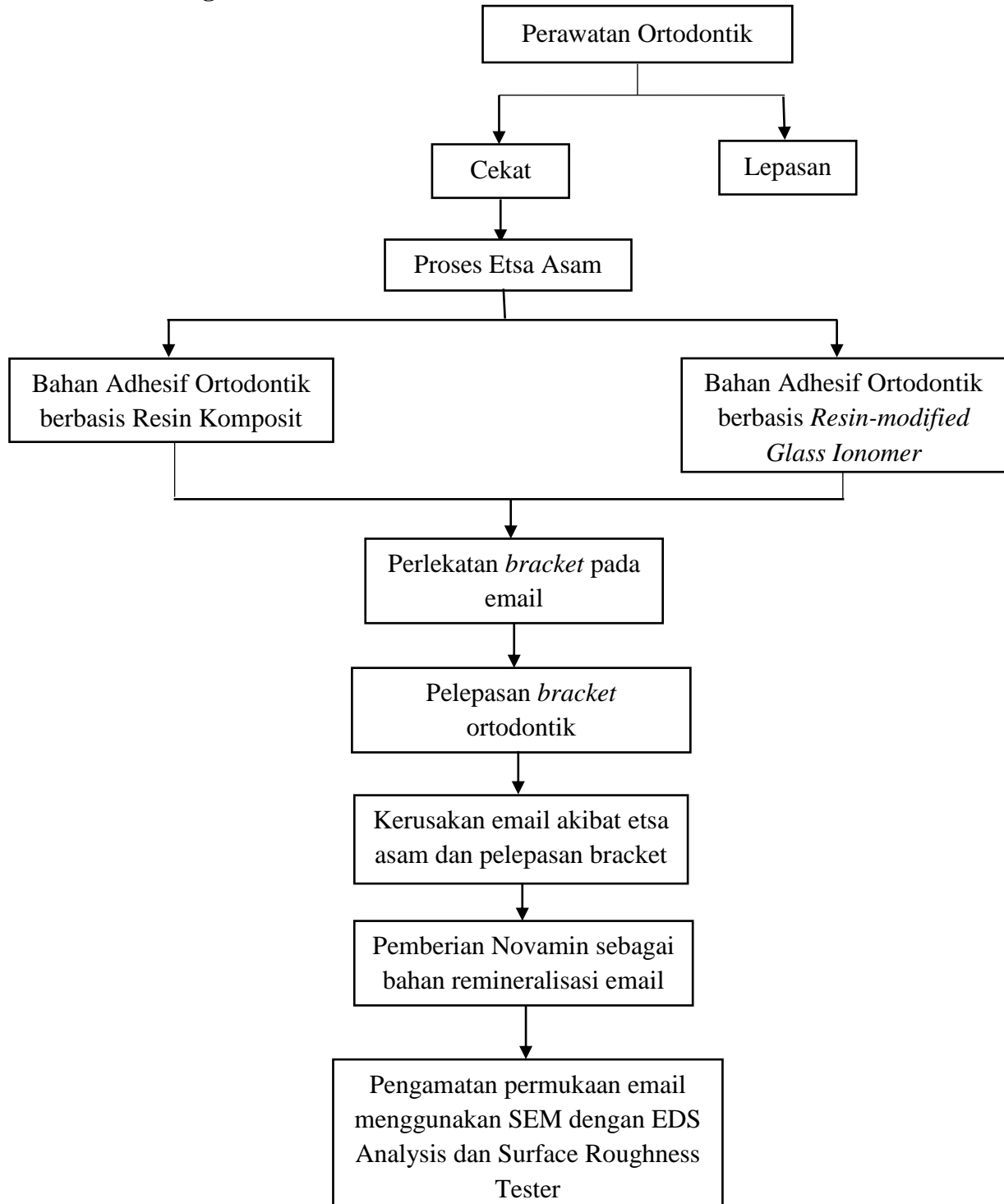
Salah satu komponen yang terdapat pada alat ortodontik cekat adalah *bracket*. *Bracket* berfungsi untuk menyalurkan kekuatan yang dihasilkan oleh kawat busur, dan kekuatan tersebut berguna untuk mengubah posisi gigi yang nantinya akan digeser. *Bracket* membutuhkan bahan pelekat atau biasa disebut bahan adhesif untuk melekat pada permukaan email.

Bahan adhesif yang biasa digunakan untuk melekatkan *bracket* pada permukaan email gigi bisa berasal dari bahan berbahan dasar resin komposit atau resin-modified glass ionomer. Bahan adhesif berbahan dasar resin komposit memiliki kekuatan perlekatan yang sangat baik pada permukaan email. Perlekatan yang baik antara bahan resin komposit dan email dapat dicapai melalui proses etsa asam. Sedangkan, bahan adhesif berbahan dasar resin-modified glass ionomer memiliki kelebihan yaitu dapat mengeluarkan fluoride sebagai bahan yang dapat mencegah demineralisasi email.

Proses etsa asam adalah proses pengolesan phosphoric acid 37% yang bertujuan untuk memberikan retensi mikro-mekanis antara permukaan email dan bahan adhesif berbasis resin komposit. Proses etsa asam dapat menimbulkan perubahan yang kurang baik pada permukaan email. Proses etsa asam dapat menimbulkan kerusakan yang bervariasi mulai dari 10-20  $\mu\text{m}$  dan kedalaman kerusakan dapat bertambah saat pengolesan bahan resin komposit, serta proses pembersihan bahan pada akhir perawatan ortodontik. Pada tahap akhir perawatan ortodontik dilakukan pelepasan *bracket* ortodontik. Proses pelepasan *bracket* ortodontik ini dapat menyebabkan permukaan email menjadi lebih kasar.

Kerusakan email akibat proses etsa asam dan proses pelepasan *bracket* ortodontik pada akhir perawatan dapat diatasi dengan bahan remineralisasi. Bahan remineralisasi yang digunakan adalah Novamin. Novamin merupakan mineral sintetik yang mengandung mineral, sodium, fosfor dan silica. Silica melepaskan unsur crystalline hydroxyl-carbonate apatite (HCA) yang memiliki struktur seperti mineral dalam gigi. Novamin terbukti dapat membantu proses remineralisasi email. Untuk mengetahui pengaruh Novamin sebagai bahan remineralisasi akan dilakukan pengamatan dengan menggunakan SEM yang memiliki kemampuan EDX Analysis dan Surface Roughness Tester pada permukaan email setelah proses pelepasan *bracket* ortodontik.

### C. Kerangka Teori



**Gambar 3.** Bagan Kerangka Teori



#### **D. Hipotesis**

Novamin memiliki pengaruh sebagai bahan remineralisasi email yang mengalami kerusakan karena proses etsa asam dan pelepasan *bracket* ortodontik.