

## BAB II

## TINJAUAN PUSTAKA

**2.1 Enamel****2.1.1 Definisi**

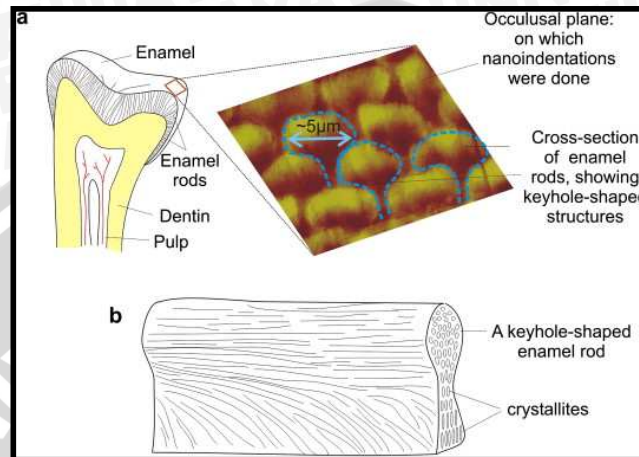
Enamel adalah jaringan mineralisasi terluar yang berkontak langsung dengan lingkungan mulut dan membentuk lapisan perlindungan pada mahkota gigi. Komposisi kimia enamel terdiri dari 95-98% bahan anorganik, 1% bahan organik dan air sekitar 4% yang diukur dari beratnya. Komposisi mineral enamel normal dalam jumlah terbesar yaitu Ca, P, Na, Mg, Cl dan K sedangkan dalam jumlah kecil yaitu F, Fe, Zn, Sr, Cu, Mn, Ag (Hellen, 2010).

**2.1.2 Struktur Enamel**

Secara struktural enamel terdiri atas jutaan *enamel rod* atau prisma yang merupakan struktur komponen terluas. Prisma ini memanjang dari arah perbatasan enamel dan dentin menuju permukaan enamel, serta saling mengikat satu sama lain. Pada potongan melintang seperti *keyhole* yang terdiri atas kepala dan ekor. Pada bagian kepala prisma terdapat *prism sheat* yang didalamnya terdapat kristal hidroksi apatit, berbentuk *hexagonal* dengan rumus kimia  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ . Diantara *enamel rod* terdapat celah yang disebut dengan ruang interkristalin. Ruang interkristalin tersebut berbentuk lubang mikro yang terbuka ke permukaan gigi dan berfungsi sebagai penghubung dinamik antara rongga mulut dan cairan tubuli dentin serta pulpa.

Enamel bersifat semipermeabel dan lubang mikro tersebut dapat dilalui oleh bakteri beserta produk yang dihasilkan oleh bakteri, elektrolit, dan larutan garam dari saliva (Thomas, 2009). Struktur gigi dan enamel rod dapat dilihat

pada gambar 2.1. Pada enamel terdapat enamel rod yang disusun oleh kristal hidroksiapatit.



**Gambar 2.1. Enamel (Siang Fung, 2010)**

Keterangan: a. Struktur enamel b. Enamel rod

Kalsium dan fosfat merupakan komponen anorganik yang penting yang menyusun hidroksiapatit ( $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ ). Reaksi kimia pembentukan kristal hidroksiapatit adalah,  $10(\text{Ca}^{2+}) + 6(\text{H}_2\text{PO}_4)^- + 14(\text{OH})^- \longrightarrow \text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ . Ion fluorida sangat penting dalam pembentukan dan perkembangan enamel, sebab dapat menggantikan gugus hidroksil sehingga membentuk fluorapatit dengan reaksi kimia sebagai berikut,  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2 + \text{F}^- \longrightarrow (\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{F}_2))$ . Fluorida tersebut berasal dari saliva sehingga fluorisasi paling banyak terjadi pada enamel bagian luar, hal ini sangat penting untuk menjaga keutuhan enamel karena fluorapatit lebih sukar larut dibandingkan hidroksiapatit (Hellen, 2010).

Kristal hidroksiapatit bila bereaksi dengan fluor di permukaan enamel akan membentuk fluor-apatit yang lebih stabil dan dapat menghambat karies. Ion fluor dapat meningkatkan resistensi enamel dengan cara menghambat demineralisasi dan meningkatkan remineralisasi, serta menghambat metabolisme bakteri (Farida, 2009).

### 2.1.3 Sifat Optik Enamel

Proses karies dapat menyebabkan perubahan struktur pada jaringan keras gigi yaitu enamel. Adanya difusi kalsium dan fosfat keluar dari gigi menyebabkan kehilangan mineral yang membentuk struktur gigi khususnya enamel. Daerah yang mengalami kehilangan mineral tersebut selanjutnya akan diisi oleh bakteri dan air, yang menyebabkan peningkatan porositas dibanding dengan struktur yang mengelilinginya. Peningkatan porositas akan berdampak pada terjadinya peningkatan hamburan cahaya pada struktur yang terdemineralisasi yang secara nyata oleh mata manusia dilihat sebagai *white spot*. Oleh karena itu, proses karies menyebabkan perubahan optik yang berbeda yang dapat diukur dengan metode berbasis cahaya dan berinteraksi dengan gigi (Karlsson, 2010).

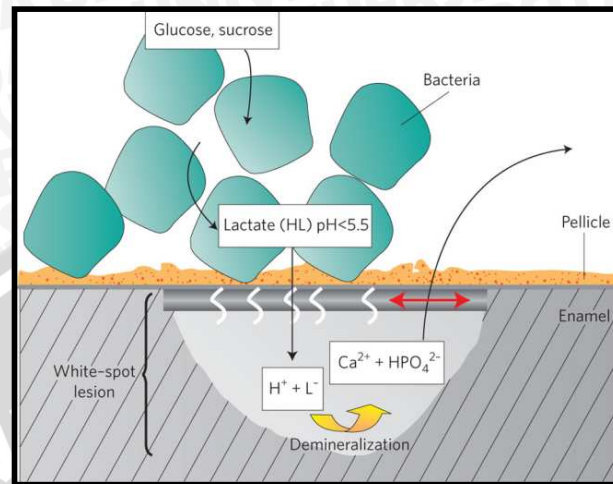
### 2.1.4 Translusensi enamel

Translusensi adalah jumlah relatif cahaya yang ditransmisikan pada suatu material. Salah satu metode pengukuran translusensi adalah dengan menentukan transmisi total dan nilai absorbansi menggunakan *spectrophotometer* yang mengintegrasikan sebuah bidang. Enamel menjadi keras disebabkan oleh kandungan mineral yang terdapat di dalamnya. Enamel memiliki sifat tembus cahaya dan warnanya bervariasi dari kuning terang sampai putih keabu-abuan. Selain itu ketebalan enamel juga bervariasi, tergantung pada jumlah mineral yang terdapat pada enamel. Translusensi enamel serta warna dentin menentukan warna gigi. Translusensi enamel berdampak pada persepsi warna, dimana enamel berfungsi sebagai filter cahaya untuk dentin. Pada saat cahaya jatuh pada enamel, cahaya tersebut ditransmisikan ke dentin, kemudian direfleksikan kembali menuju enamel (Park *et al.*, 2008).

Dengan demikian perubahan translusensi enamel dapat memodifikasi fenomena optik pada gigi. Penurunan translusensi enamel menyebabkan penurunan jumlah cahaya yang masuk pada dentin, Akibatnya pengaruh warna dentin pada warna gigi akan berkurang . Pengukuran translusensi enamel dapat dinyatakan dalam satuan ukur % *transmittance* dengan menggunakan alat ukur spectrophometer UV-Vis (Vieira *at al.*, 2008).

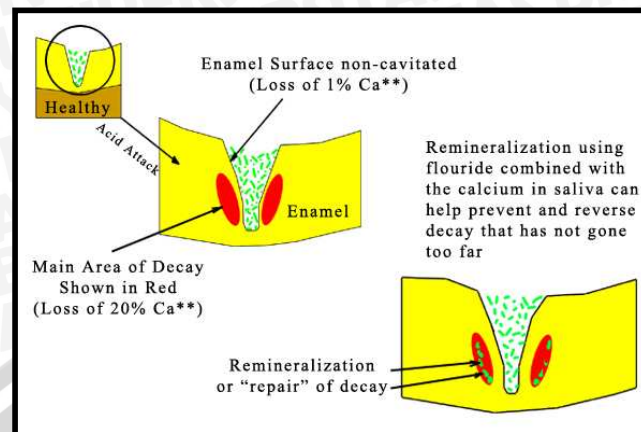
## 2.2 Demineralisasi dan Remineralisasi

Demineralisasi merupakan suatu proses penghancuran Kristal hidroksiapatit oleh asam organik (didominasi oleh asam laktat) yang menyebabkan terurainya kalsium dan fosfat dari jaringan enamel. Selama proses awal karies, terjadinya pelarutan mineral yang menyusun enamel menyebabkan pembesaran ruang interkristalin pada permukaan enamel sehingga memudahkan pergerakan asam dan ion mineral ke dalam dan keluar dari struktur enamel berpori (Hellen, 2010). Hidroksiapatit sangat reaktif terhadap hydrogen pada pH (derajat keasaman) asam dengan kisaran angka kurang dari atau sama dengan 5,5. Derajat keasaman tersebut diketahui sebagai pH kritis bagi hidroksiapatit. Proses demineralisasi akan diimbangi dengan proses remineralisasi sebagai rangkaian fisiko kimia. Larutnya komponen anorganik tersebut disebabkan oleh asam yang terjadi sebagai hasil fermentasi karbohidrat dari sisa makanan oleh bakteri di dalam rongga mulut. Reaksi kimia terjadinya proses demineralisasi adalah sebagai berikut,  $\text{Ca}^{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})^2 + \text{H}^+ \longrightarrow 10\text{Ca}^{2+} + 6\text{H}_2\text{PO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O}$  (Farida, 2009). Pada gambar 2.2 dapat dilihat terjadinya proses demineralisasi. Produk asam yang dihasilkan oleh bakteri dapat menguraikan mineral anorganik yang menyusun enamel, sehingga terbentuklah *white spot lesion*.



**Gambar 2.2 Proses demineralisasi (Mathias and Christian, 2010)**

Remineralisasi didefinisikan sebagai suatu penempatan mineral anorganik di daerah yang sebelumnya kehilangan mineral penyusun enamel (Kidd dan Bechal, 1987). Remineralisasi dapat dihasilkan oleh larutan yang mengandung ion fosfat ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) dan kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ). Pada konsentrasi jenuh ion tersebut akan diendapkan pada permukaan enamel menggantikan mineral yang hilang akibat proses demineralisasi. Dengan adanya pengendapan ion tersebut, maka akan terjadi *redeposition* mineral pada enamel (Kidd *et al*, 1990). Proses remineralisasi dapat ditingkatkan dengan memanfaatkan fluor. Fluor memiliki afinitas tinggi untuk ion positif seperti kalsium, sehingga mudah berikatan dengan kalsium. Fluor bereaksi dengan produk penguraian ion ( $\text{Ca}^{2+}$ ) dan  $\text{HPO}_4^{3-}$  lalu membentuk *fluoride enriched apatite* (FA). Pada gambar 2.3 tentang proses remineralisasi menunjukkan bahwa adanya kombinasi antara fluor dan kalsium yang terdapat pada saliva mampu menggantikan mineral pada enamel yang sebelumnya telah terurai akibat kondisi asam.



Gambar 2.3. Proses remineralisasi (Mathias and Christian, 2010)

### 2.3. Fluor

Fluor sebelumnya biasa disebut dengan istilah *fluorine*. Fluor merupakan senyawa kimia yang memiliki sifat elektronegatif yang lebih tinggi dibanding dengan senyawa kimi lainnya. Oleh karena itu tidak pernah ditemukan dalam bentuk senyawa bebas, melainkan bersama senyawa lain dalam bentuk garam fluor seperti *calcium fluoride* (Agtini dkk., 2005).

#### 2.3.1 Manfaat Fluor

Manfaat fluor bagi kesehatan gigi terbagi dalam dua tahapan, sebelum erupsi dan pasca erupsi. Pada fase sebelum erupsi fluor berperan memberi perlindungan terhadap enamel dari pengurangan sejumlah yang dibentuk selama proses pembentukan gigi. Enamel yang terbentuk akan lebih baik karena kristal apatit menjadi tahan terhadap asam. Dengan kandungan fluor yang optimal, kristal apati menjadi lebih besar dan kandungan karbonat lebih rendah sehingga kelarutan terhadap asam menjadi berkurang (Agtini dkk., 2005).

Pada fase pasca erupsi, fluor berperan dalam terbentuknya fluorapatit. Fluorapatit dapat menurunkan kelarutan enamel dalam asam. Fluor

menggantikan ion karbonat dalam struktur apatit. Kristal apatit yang memiliki kandungan karbonat rendah akan lebih stabil dan kelarutannya berkurang dibanding dengan kristal apatit yang mengandung karbonat yang lebih tinggi. Selain itu fluor mampu menghambat banya system enzim. Hambatan terhadap enzim yang terlibat dalam pembentukan asam, pengangkutan serta penyimpanan glukosa dan juga membatasi penyediaan bahan cadangan untuk pembuatan asam dalam sistesis polisakarida (Hardiyati dan Sasmita, 2010).

### **2.3.2 Macam-macam Penggunaan Fluor**

Penggunaan fluor dapat dilakukan secara topikal maupun sistemik. Fluor sistemik adalah fluor yang diperoleh tubuh melalui pencernaan dan ikut membentuk struktur gigi. Sementara itu, fluor topikal merupakan fluor yang diaplikasikan pada gigi pasca erupsi. Penggunaan fluor secara sistemik meliputi fluoridasi air minum, suplemen makanan berupa tablet, tetes, maupun tablet hisap (Hardiyati dan Sasmita, 2010).

Beberapa penelitian menunjukkan penggunaan fluor pasca gigi erupsi lebih efektif dalam mencegah karies dibandingkan dengan sebelum gigi erupsi. Penggunaan fluor sebelum gigi erupsi biasanya dilakukan secara sistemik. Sementara penggunaan fluor pasca gigi erupsi dilakukan secara topikal. Penggunaan fluor secara sistemik meningkatkan kemungkinan terjadinya fluorosis dibandingkan dengan penggunaan fluor secara topikal (Hellwig and Lenon, 2004).

### **2.3.3 Aplikasi Fluor Topikal**

Aplikasi fluor topikal merupakan pengolesan fluor yang dilakukan secara langsung pada enamel gigi. Setelah gigi dioleskan fluor kemudian dibiarkan

kering selama 5 menit dan selama 1 jam berikutnya tidak boleh digunakan untuk makan, minum, dan kumur-kumur (Lubis, 2001). Aplikasi fluor topikal dilakukan dengan mengoleskan fluor secara langsung pada permukaan enamel. Setelah gigi dioleskan fluor lalu dibiarkan kering selama 5 menit. Kemudian selama satu jam tidak boleh makan, minum, atau berkumur (Farida, 2009).

Sediaan fluor dibuat dalam bentuk varnish dan gel. Keunggulan varnish adalah memiliki waktu berkontak dengan gigi yang lebih lama dibandingkan dengan gel. Penggunaan fluor terdapat dalam beberapa bentuk sediaan yaitu NaF, SnF<sub>2</sub>, APF yang memakainya diulaskan pada permukaan gigi dan pemberian varnish fluor. NaF digunakan pertama kali sebagai bahan pencegah karies. NaF merupakan salah satu yg sering digunakan karena dapat disimpan untuk waktu yang agak lama, memiliki rasa yang cukup baik, tidak mewarnai gigi serta tidak mengiritasi gingiva. NaF yang saat ini banyak digunakan dan beredar di pasaran adalah NaF 5%(Yanti, 2002).

Sekarang SnF<sub>2</sub> jarang digunakan karena menimbulkan banyak masalah misalnya rasa tidak enak sebagai suatu zat astringent dan kecenderungannya mengubah warna gigi karena beraksinya ion Sn dengan sulfida dari makanan, serta mengiritasi gingiva. SnF<sub>2</sub> juga akan segera dihidrolisa sehingga harus selalu memakai sediaan yang masih baru. Konsentrasi senyawa ini yang dianjurkan adalah 8%. Konsentrasi ini diperoleh dengan melarutkan bubuk SnF<sub>2</sub> 0,8 gram dengan air destilasi 10 ml. Larutan ini sedikit asam dengan pH 2,4-2,8 (Kidd dan Bechal, 1992).

*Acidulated Phospat Fluoride* (APF) lebih sering digunakan karena memiliki sifat yang stabil, tersedia dalam berbagai macam rasa, tidak menyebabkan pewarnaan pada gigi dan tidak mengiritasi gingiva. Bahan ini



tersedia dalam bentuk larutan atau gel, siap pakai, merupakan bahan topikal aplikasi yang banyak di pasaran dan dijual bebas. APF dalam bentuk gel sering mempunyai tambahan rasa seperti rasa jeruk, anggur dan jeruk nipis (Yanti, 2002). Namun beberapa laporan menunjukkan terjadinya kerusakan pada bahan restorasi gigi akibat penggunaan APF. Sehingga APF tidak dianjurkan digunakan pada pasien yang menggunakan bahan restorasi pada giginya (Kidd dan Bechal, 1992).

Pemberian varnish fluor dianjurkan bila penggunaan pasta gigi mengandung fluor, tablet fluor dan obat kumur tidak cukup untuk mencegah atau menghambat perkembangan karies. Pemberian varnish fluor diberikan setiap empat atau enam bulan sekali pada anak yang mempunyai resiko karies tinggi. Salah satu varnish fluor adalah duraphat (colgate oral care) merupakan larutan alkohol varnis alami yang berisi 50 mg NaF/ml (2,5 % sampai kira-kira 25.000 ppm fluor). Varnish dilakukan pada anak-anak umur 6 tahun ke atas karena anak dibawah umur 6 tahun belum dapat menelan ludah dengan baik sehingga dikhawatirkan varnish dapat tertelan dan dapat menyebabkan fluorosis enamel (Angela, 2005).

#### **2.4 Nano Partikel**

Nano partikel adalah suatu partikel yang memiliki kisaran ukuran 1-100nm, dimana 1nm setara dengan  $10^{-9}$  meter. Partikel dengan ukuran nano didefinisikan sebagai seperseribu mikron, dan ukuran mikron adalah seperseribu millimeter, sehingga dapat disimpulkan bahwa nanometer sebanding dengan sepersejuta millimeter atau  $10^{-9}$  meter. Berdasarkan standar internasional (ISO), sebuah objek nano adalah material yang memiliki satu, dua atau tiga dimensi

external dengan rentangan skala 1 – 100 nm. Nanopartikel adalah sebuah objek nano dengan ketiga dimensi eksternal dalam rentangan ukuran 1 - 100 nm dan menunjukkan sifat yang tidak ditemukan pada materi yang lebih tebal (Salamon *et al.*, 2010).

#### 2.4.1 Sifat fisik nanopartikel

Nano partikel memiliki sifat fisik yang berbeda dengan partikel yang berukuran mikro. Terdapat dua faktor utama yang menyebabkan perbedaan sifat fisik nano partikel dengan mikro partikel. Kedua faktor utama tersebut adalah adanya peningkatan rasio luas permukaan terhadap volume, dan ukuran partikel bergerak ke dalam bidang dimana efek quantum predominan (Rybachuk *et al.*, 2009).

Peningkatan rasio luas permukaan terhadap volume, merupakan peningkatan bertahap pada partikel yang lebih kecil, mengarah pada peningkatan sifat atom terhadap permukaan partikel. Efek kedua sifat tersebut adalah partikel diisolasi dan berinteraksi dengan material lainnya. Luas permukaan yang besar dari nano partikel juga menghasilkan banyak interaksi antar material pada nano komposit, sifat nanopartikel yang utama adalah adanya peningkatan kekuatan atau peningkatan resistensi kimia maupun panas. Luas permukaan merupakan faktor penting pada katalis dan struktur seperti elektroda dalam meningkatkan kemampuan menghasilkan energi pada bahan bakar dan *battery*. Selain itu nano partikel memiliki permeabilitas tinggi sehingga mudah berdifusi ke dalam jaringan (Holister *et al.*, 2003).

#### 2.4.2 Nanopartikel di Bidang Kedokteran Gigi

Pemanfaatan nanopartikel di bidang kedokteran gigi dikenal dengan istilah *nanodentistry*. *Nanodentistry* mampu meningkatkan kemungkinan pemeliharaan kesehatan gigi dan mulut yang komprehensif dengan menggunakan nanomaterial. Penggunaan nanomaterial memiliki peluang potensial di bidang kedokteran gigi misalnya pada anestesi lokal, penyembuhan permanen gigi hipersensitivitas, orthodonsia, serta perawatan kesehatan rongga mulut dengan menggunakan dentifrobots mekanik. Selain itu terdapat juga nano komposit ,nanoenkapsulasi, serta baru-baru ini juga telah dilakukan penelitian tentang nano hidroksiapatit (Rybachuk *et al.*, 2009).

Pemanfaatan nanopartikel lainnya di bidang kedokteran gigi adalah kuaterner amonium poli (*etilen imina*) (QA-PEI) yang dikembangkan untuk aktivitas antibakteri tambahan resin komposit restoratif. QA-PEI nanopartikel benar-benar menghambat pertumbuhan *S. mutans*, dan aktivitas antibakteri yang dimilikinya berlangsung minimal 3 bulan. Selain itu terdapat pula penggabungan nanopartikel perak nitrat dan perak yang secara signifikan mengurangi adhesi *C. albicans* ke permukaan resin akrilik, menunjukkan bahwa bahan gigi tiruan nanopartikel perak nitrat dan perak gabungan dasar dapat menjadi pilihan yang potensial untuk mencegah stomatitis gigi tiruan (Hamouda, 2012).