

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Karies**

##### **2.1.1 Definisi Karies**

Karies gigi adalah penyakit kronik, prosesnya berlangsung sangat lama berupa hilangnya ion-ion mineral secara kronis dan terus menerus dari permukaan enamel pada mahkota atau permukaan akar yang sebagian besar distimulasi oleh adanya beberapa flora bakteri dan produk-produk yang dihasilkannya.<sup>5,11</sup> Kehilangan ini pada awalnya hanya akan terlihat secara mikroskopis tetapi lama kelamaan akan terlihat pada enamel sebagai lesi bercak putih (*white spot lesion*) atau melunaknya sementum pada akar gigi. Kegagalan dalam mengintervensi dan menghentikan kehilangan mineral ini akan menyebabkan kavitasi pada gigi, yang dapat berlanjut pada kerusakan *irreversibel* pulpa gigi oleh aktivitas bakteri.<sup>12</sup> Walaupun demikian, mengingat mungkin terjadi remineralisasi terjadi, pada stadium yang sangat dini karies masih dapat dihentikan.<sup>11</sup>

##### **2.1.2 Etiologi Karies**

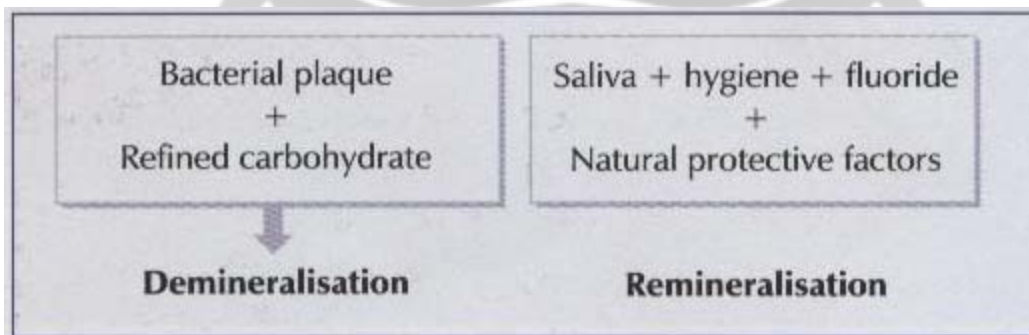
Karies gigi merupakan penyakit multifaktorial yang disebabkan oleh berbagai faktor<sup>5</sup>. Lima faktor utama yang paling berpengaruh terhadap pembentukan lesi karies adalah akumulasi dan retensi plak, frekuensi asupan karbohidrat, frekuensi pajanan terhadap makanan asam, faktor pelindung alami seperti pelikel dan saliva, serta *fluoride* dan elemen-elemen lain yang dapat mengontrol perkembangan karies<sup>5</sup>.

Plak adalah lapisan polisakarida semi transparan yang melekat dengan kuat kepada permukaan gigi dan mengandung organisme patogen. Akumulasi dan retensi plak akan mengakibatkan peningkatan fermentasi karbohidrat oleh bakteri asidogenik, dimana metabolisme bakteri dalam keadaan maksimal dapat menyebabkan pH permukaan gigi turun dengan cepat. Tingkat penurunan pH bergantung pada ketebalan plak, jumlah dan jenis bakteri dalam plak, kemampuan *buffer* saliva dan faktor-faktor lain<sup>5</sup>.

Penyebab lain karies adalah frekuensi asupan karbohidrat yang akan di metabolisme oleh bakteri plak. Beberapa penelitian menyatakan bahwa banyaknya asupan karbohidrat dihitung berdasarkan seringnya kebiasaan makan seseorang dan bukan jumlah karbohidrat sekali makan<sup>5</sup>. Asam yang dihasilkan oleh fermentasi karbohidrat sebenarnya adalah asam lemah dan hanya menyebabkan sedikit demineralisasi. Akan tetapi, dengan konsumsi karbohidrat yang banyak dalam waktu yang lama disertai dengan menurunnya kemampuan saliva tentunya akan menyebabkan perkembangan karies menjadi lebih pesat<sup>5</sup>.

Pajanan asam terhadap gigi tidak hanya berasal dari hasil fermentasi karbohidrat oleh bakteri, tetapi juga dapat disebabkan oleh konsumsi makanan asam dan *gastic fluxed acid*. Sumber asam yang dikonsumsi bisa berasal *soft drink*, *sport drink*, dan jus buah. Frekuensi pajanan terhadap jenis-jenis makanan tersebut akan menyebabkan demineralisasi dengan cepat, mengubah karies ringan menjadi berat bahkan dapat menyebabkan karies rampant<sup>5</sup>.

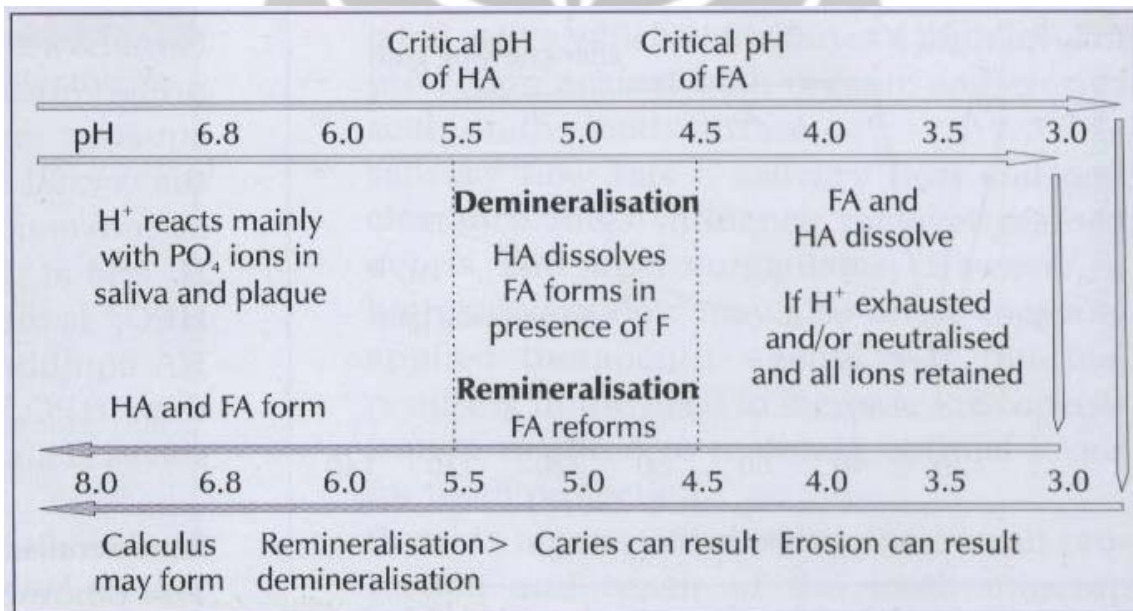
Faktor pelindung gigi dari asam adalah saliva. Sebuah penelitian klinis menunjukkan peningkatan kerusakan struktur gigi dengan cepat yang diakibatkan oleh xerostomia. Saliva berperan penting dalam melindungi struktur gigi karena memiliki kemampuan *buffering*, dapat membentuk *pellice*, kemampuan membersihkan rongga mulut secara alami, serta mengandung ion  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ , dan *fluoride*.<sup>5</sup>



Gambar 2.1 Interaksi faktor-faktor etiologi dalam rongga mulut. Dikutip dari *Preservation and restoration of tooth structure 2<sup>nd</sup> ed.*<sup>3</sup>

### 2.1.3 Patogenesis Karies

Komponen mineral enamel, dentin dan sementum adalah hidroksiapatit (HA) yang tersusun atas  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ . Pertukaran ion mineral antara permukaan gigi dengan biofilm oral senantiasa terjadi setiap kali makan dan minum. Dalam keadaan normal, HA berada dalam kondisi seimbang dengan saliva yang tersaturasi oleh ion  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{PO}_4^{3-}$ . HA akan reaktif terhadap ion-ion hidrogen pada atau dibawah pH 5.5, yang merupakan pH kritis bagi HA. Pada kondisi pH kritis tersebut, ion  $\text{H}^+$  akan bereaksi dengan ion  $\text{PO}_4^{3-}$  dalam saliva. Proses ini akan merubah  $\text{PO}_4^{3-}$  menjadi  $\text{HPO}_4^{2-}$ .  $\text{HPO}_4^{2-}$  yang terbentuk kemudian akan mengganggu keseimbangan normal HA dengan saliva, sehingga kristal HA pada gigi akan larut. Proses ini disebut demineralisasi.<sup>5</sup>



Gambar 2.2 Siklus demineralisasi dan remineralisasi. Dikutip dari Preservation and restoration of tooth structure 2<sup>nd</sup> ed.<sup>3</sup>

Proses demineralisasi dapat berubah kembali, atau mengalami remineralisasi apabila pH ternetralisir dan dalam lingkungan tersebut terdapat ion  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{PO}_4^{3-}$  yang mencukupi. Ion-ion  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{PO}_4^{3-}$  yang terdapat di dalam saliva dapat menghambat proses disolusi kristal-kristal HA. Interaksi ini akan semakin meningkat dengan adanya ion fluoride yang dapat membentuk fluorapatit (FA). FA memiliki pH kritis 4.5 sehingga bersifat lebih tahan terhadap asam.<sup>5</sup>

Mekanisme terjadinya karies berhubungan dengan proses demineralisasi dan remineralisasi.<sup>5</sup> Plak pada permukaan gigi terdiri dari bakteri yang memproduksi asam sebagai hasil dari metabolismenya. Asam ini kemudian akan melarutkan mineral kalsium fosfat pada enamel gigi atau dentin dalam proses yang disebut demineralisasi. Apabila proses ini tidak dihentikan atau dibalik menjadi remineralisasi, maka akan terbentuk kavitas pada enamel, yaitu karies.<sup>13</sup>

#### **2.1.4 Pencegahan Karies**

Telah dijelaskan sebelumnya bahwa banyak faktor yang mempengaruhi terbentuknya karies, oleh sebab itu dibutuhkan pula pencegahan melalui pendekatan multifaktorial. Pencegahan karies pada masing-masing individu tentunya akan berbeda, hal tersebut dipengaruhi oleh faktor etiologi apa yang paling berpengaruh pada individu tersebut. Hal-hal berikut dapat dilakukan untuk mencegah terbentuknya karies yaitu diet, evaluasi dan peningkatan kebersihan mulut, serta penilaian dan peningkatan faktor protektif saliva<sup>14</sup>.

Diet merupakan faktor kariogenik paling umum dan signifikan. Ion asam terus-menerus dihasilkan oleh bakteri melalui proses fermentasi karbohidrat. Semakin banyak ion asam yang dihasilkan akan menyebabkan saliva kehilangan kemampuannya untuk menyeimbangkan kondisi rongga mulut dan laju proses remineralisasi tidak akan efektif untuk menyeimbangkan laju proses demineralisasi. Karbohidrat yang paling mudah di fermentasi adalah mono dan disakarida<sup>14</sup>.

Mengevaluasi dan meningkatkan kebersihan mulut perlu dilakukan mengingat banyak hal mempengaruhi kebersihan rongga mulut. Beberapa diantaranya adalah pemilihan sikat gigi, metode aplikasi menyikat gigi, serta frekuensi dan lama menyikat. Menjaga kebersihan rongga mulut harus dilakukan secara rutin pada pagi hari baik sebelum ataupun sesudah makan dan malam hari sebelum tidur<sup>14</sup>.

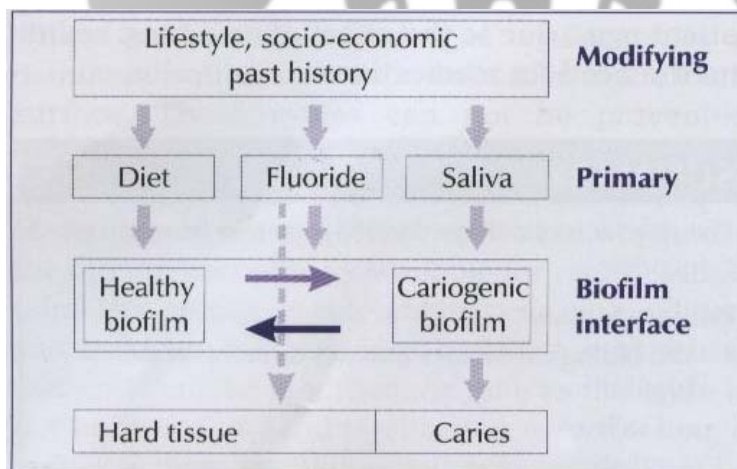
Defisiensi kemampuan proteksi saliva biasanya diakibatkan oleh penurunan sekresi saliva. Hal tersebut dapat dinilai dari penampakan mukosa oral yang kering, pasien yang terlihat sering membasahi bibirnya, pasien yang melaporkan sering kehausan, serta pasien dengan penyakit sistemik yang mengkonsumsi obat-obatan

penyebab hiposalivasi. Meningkatkan kemampuan proteksi saliva dapat menjadi sulit jika hal tersebut disebabkan oleh penyakit sistemik. Mengunyah permen karet bisa meningkatkan jumlah saliva tetapi terbatas<sup>14</sup>.

### 2.1.5 Faktor Resiko Karies

Faktor resiko karies dapat dibagi menjadi dua kelompok yaitu faktor primer dan faktor sekunder. Faktor primer adalah faktor yang berpengaruh langsung terhadap *biofilm* seperti saliva, diet, dan *fluoride*. Sedangkan faktor sekunder adalah faktor yang mempengaruhi *biofilm* secara tidak langsung seperti sosioekonomi, gaya hidup, riwayat kesehatan gigi, dan sikap kooperatif pasien terhadap perawatan gigi<sup>6</sup>.




Riwayat medis dan sosial pasien juga harus didata seperti riwayat kesehatan dental. Kondisi rongga mulut pasien seperti aliran saliva dan kontrol plak juga memiliki pengaruh dalam resiko karies. Pemeriksaan faktor resiko dan pemeriksaan secara langsung pada permukaan gigi dan jaringan lunak merupakan dua hal yang sangat penting untuk mendiagnosis kondisi mulut<sup>6</sup>.



Gambar 2.3 hubungan antara faktor primer, faktor modifikasi, dan perilaku pada biofilm dalam proses karies. Dikutip dari Preservation and restoration of tooth structure 2<sup>nd</sup> ed.<sup>3</sup>

Saliva sebagai salah satu faktor primer resiko karies memiliki peranan penting dalam kesehatan rongga mulut, dan modifikasi fungsi saliva akan menyebabkan efek pada jaringan keras dan jaringan lunak mulut. Tingkat keasaman rongga mulut diperiksa berdasarkan pH saliva tak terstimulasi. PH kritis untuk

*hydroxyl apatite* adalah 5,5 sehingga jika pH saliva tak terstimulasi semakin mendekati angka 5,5 semakin besar kemungkinan terjadi demineralisasi<sup>6</sup>. Selain pH saliva, pH plak juga dapat mengindikasikan aktivitas karies pada rongga mulut. Pada individu dengan karies aktif, tingkat pH plaknya lebih rendah dibandingkan individu bebas karies.<sup>7</sup>

Unstimulated saliva pH <5.8*	Red	
Unstimulated saliva pH = 5.8 to 6.8	Yellow	
Unstimulated saliva pH >6.8	Green	

Gambar 2.4 Traffic Light-Matrix risk assessment. Dikutip dari Preservation and restoration of tooth structure 2<sup>nd</sup> ed.<sup>6</sup>

### 2.1.6 Karies pada Perawatan Ortodonti Cekat

Pada dasarnya, perawatan ortodonti dengan alat cekat dapat meningkatkan resiko karies. Penggunaan alat ortodonti cekat dapat menyebabkan luka pada jaringan keras gigi dengan adanya tindakan operatif atau dengan menyebabkan perubahan pada lingkungan rongga mulut. *Bands, brackets, arch wires*, dan perangkat ortodonti lainnya dapat dengan mudah mempengaruhi keseimbangan sensitifitas biologik pada rongga mulut. Salah satunya adalah dengan meningkatnya akumulasi plak, terutama di bawah *bands*, pada perbatasan permukaan komposit yang berdekatan dengan elemen retensi yang adhesif, dan diantara permukaan komposit dan enamel.<sup>16</sup>

Dengan mudahnya pembentukan plak, perangkat ortodonti cekat menyediakan kondisi ideal bagi pertumbuhan mikroorganisme, terutama bakteri yang dapat menghasilkan asam seperti *Streptococcus mutans* dan *lactobacilli*. Bakteri-bakteri tersebut dapat berkembang biak pada setiap permukaan retensi, *pit* dan *fissure*, dan begitu juga pada *band* dan *brackets*. *S. Mutans* dan *lactobacilli* merupakan penyebab utama karies, sehingga

peningkatan insiden karies pada pasien ortodonti cekat tidak dapat dihindari lagi.<sup>16</sup>

Pada pasien ortodonti cekat, bagian proksimal dan permukaan licin di sekitar *brackets* memiliki resiko lebih besar terhadap pembentukan karies. Salah satu contohnya apabila resin komposit yang diletakkan berlebihan dan meluas hingga ke daerah proksimal dan tetap ada setelah *brackets* di *bonding*, retensi plak akan sangat meningkat drastis pada area tersebut.<sup>16</sup>

Karies juga dapat timbul dengan segera pada perbatasan *band* ortodonti. Gingival margin merupakan bagian yang paling penting untuk diperhatikan. Sebagai alasan pencegahan karies, banyak dokter gigi yang menyarankan bahwa batas *band* tidak diletakkan pada subgingiva. Apabila keadaan ini tidak dapat dihindari, walaupun sudah mengurangi lebar *band*, direkomendasikan untuk dilakukan gingivektomi. Selain itu, semen yang digunakan untuk mengikat *bands* dapat menyebabkan terbentuknya *micro-gap* karena semen tersebut dapat terbilas seiring dengan berjalannya waktu. *Micro-gap* yang terbentuk dapat menyebabkan berkembangnya karies. Sama halnya ketika *bracket* adhesif tidak menutupi dasar *brackets* secara keseluruhan, maka lesi karies pun berkembang dengan cepat tanpa disadari pada ruang yang ada.<sup>16</sup>

## 2.2 Saliva

Saliva adalah cairan dengan susunan yang sangat berubah-ubah dilihat dari segi derajat asam (pH), elektrolit dan protein yang ditentukan oleh antara lain keadaan siang dan malam, sifat dan kekuatan rangsangan, keadaan psikis, diet, kadar hormon, gerakan tubuh, dan obat-obatan<sup>16</sup>.

Sejak erupsi, elemen gigi-geligi langsung berhubungan dengan saliva. Pada gigi yang dibersihkan, dalam beberapa menit akan melekat protein saliva pada email gigi, yang disebut dengan *acquired pellicle* atau secara singkat pelikel. Setelah beberapa jam, bakteri-bakteri pertama akan berkolonisasi pada elemen gigi-geligi dengan mengikatkan diri pada protein pelikel. Dengan demikian akan terjadi pembentukan plak<sup>16</sup>.

Kepentingan saliva bagi kesehatan mulut terutama terlihat bila terjadi gangguan sekresi saliva. Sekresi saliva yang menurun akan menyebabkan kesukaran berbicara, mengunyah, dan menelan. Proses karies pada pasien dengan fungsi kelenjar saliva yang sangat menurun ternyata tidak dapat dicegah<sup>16</sup>.

Berikut adalah fungsi dari saliva yaitu membantu dalam mastikasi dan bicara sebagai lubrikasi oral, membantu indera pengecap sebagai pelarut ion dan protein, menjaga kesehatan dari mukosa oral untuk membantu dalam proses penyembuhan luka dengan adanya *growth factor*, membantu proses pencernaan dengan adanya amilase dan lipase, melarutkan dan membersihkan material dalam rongga mulut, menyangga asam dari dental plak, menyangga asam lemah dari makanan dan minuman, menyangga sementara dari pajanan asam kuat, menyimpan ion kalsium, fosfor, dan *fluoride* untuk proses remineralisasi, serta mengontrol mikroflora oral dengan adanya IgA, enzim, peptida, dan mediator kimiawi<sup>5</sup>.

Selain itu saliva berperan penting juga dalam melindungi gigi terhadap serangan asam karena di dalam saliva terdapat beberapa hal yang berperan untuk melindungi gigi, yaitu terdapatnya ion  $\text{Ca}_2^+$  dan  $\text{HPO}_4^{2-}$  yang dapat menggantikan ion yang hilang dari permukaan gigi akibat demineralisasi, terdapatnya pelikel yang melapisi gigi dan melindungi gigi dari serangan asam. Terdapatnya ion bikarbonat yang berfungsi untuk menyangga saliva terstimulasi. Laju aliran saliva dapat membantu membersihkan debris dan mikroorganisme, serta adanya ion *fluoride* yang ikut serta dalam memperbaiki dan perlindungan gigi<sup>27</sup>.

Untuk semua pengaruh perlindungan ini tidak hanya diperlukan cukup saliva, tetapi juga susunan saliva yang optimal. Namun ternyata ada hubungannya kandungan maupun dengan viskositas, derajat asam, susunan ion dan protein.

Komponen-komponen saliva yaitu terdiri dari atas 94%-99,5% air, bahan organik dan anorganik. Komponen anorganik dari saliva antara lain  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{H}^+$ ,  $\text{PO}_4$ , dan  $\text{HPO}_4^{2-}$ . Komponen anorganik yang memiliki konsentrasi tertinggi adalah  $\text{Na}^+$  dan  $\text{K}^+$ . Kalsium dan fosfat yang ada dalam saliva yang mempengaruhi proses remineralisasi email dan pembentukan kalkulus dan plak bakteri. Ion bikarbonat yang ada di dalam saliva berperan penting untuk proses

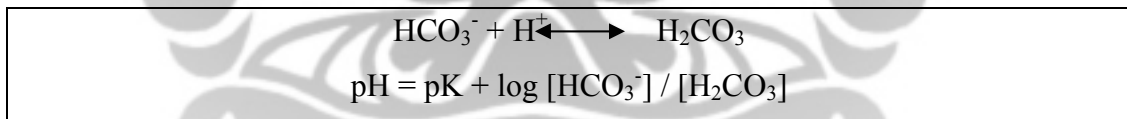


buffer di dalam saliva. Ion fluorida yang ada di dalam saliva cukup dipengaruhi oleh makanan dan minuman yang dikonsumsi<sup>16</sup>.

Sedangkan komponen organik saliva yang paling utama adalah protein. Selain itu, terdapat komponen-komponen lain seperti asam lemak, lipida, glukosa, asam amino, ureum, dan amoniak. Produk-produk ini kecuali dari kelenjar saliva sebagian juga berasal dari sisa makanan dan pertukaran zat bakterial. Protein yang secara kuantitatif paling penting adalah  $\alpha$  – amilase, protein kaya – prolin, musin, dan immunoglobulin<sup>16</sup>.

Derajat keasaman suatu larutan dinyatakan dengan pH. pH dipakai untuk menunjukkan konsentrasi ion-ion hydrogen dalam sel serta cairan tubuh. Sorensen mendefinisikan pH sebagai log negatif dari konsentrasi ion hidrogen :  $\text{pH} = - \log [\text{H}^+]$ .<sup>20</sup> Suatu larutan dikatakan asam jika  $\text{pH} < 7$  sedangkan dikatakan basa jika  $\text{pH} > 7$ . pH saliva yang terstimulasi dan tidak terstimulasi biasanya akan berbeda hingga dua unit dan biasanya berkisar antara 5,3-7,8<sup>5</sup>.

pH dari saliva ditentukan dengan adanya konsentrasi bikarbonat . Jadi pH akan bervariasi bergantung konsentrasi bikarbonat yang ada. Hal ini digambarkan menurut persamaan dari Henderson-Hasselbach seperti berikut :<sup>17</sup>



Pada saat istirahat pH saliva keadaannya akan sedikit asam, hal ini akan bervariasi antara 6,4-6,9. Konsentrasi bikarbonat pada saliva saat istirahat rendah sehingga asupan bikarbonat untuk proses buffer hanya 50 % sedangkan jika distimulasi bikarbonat dapat menyumbang hingga 85 %. Pada saliva saat istirahat perbandingan antara bikarbonat dengan  $\text{H}_2\text{CO}_3$  juga akan turun. Hal ini jelas terlihat pada kelenjar parotid.<sup>16</sup>

Ada beberapa hal yang mempengaruhi perubahan derajat keasaman dan kemampuan buffer dari saliva, yaitu usia, diet, irama siang dan malam, perangsangan

kecepatan ekskresi, jenis kelamin, status psikologis, penyakit sistemik, medikasi tertentu, perubahan hormonal, dan radioterapi<sup>16,18,19</sup>.

Secara umum, penurunan laju aliran saliva diakibatkan oleh faktor usia. Namun, dalam penelitian sebelumnya, membuktikan bahwa laju aliran saliva parotid tidak menurun seiring bertambahnya usia. Akan tetapi, ada beberapa bukti bahwa terjadi atrofi kelenjar submandibula seiring bertambahnya usia yang mengakibatkan penurunan sekresi saliva. Oleh karena itu, penurunan laju aliran saliva akibat penuaan sangat kecil jika dibandingkan dengan penurunan akibat penyakit atau medikasi tertentu.<sup>18</sup>

Diet juga berpengaruh dalam kapasitas buffer saliva. Diet dengan kandungan karbohidrat yang banyak pun akan menurunkan kapasitas buffer karena akan menaikkan metabolisme produksi asam oleh bakteri-bakteri yang berada pada rongga mulut, sedangkan diet dengan kandungan sayur-sayuran lebih banyak maka akan cenderung menaikkan kapasitas buffer.<sup>16</sup>

Irama siang dan malam berpengaruh dalam pH saliva dan kapasitas buffer. PH saliva dan kapasitas buffernya akan tinggi segera setelah bangun (keadaan istirahat) yang kemudian akan cepat turun. Sesaat setelah makan akan menjadi tinggi, tetapi dalam waktu 30-60 menit akan turun kembali. Begitupun saat malam hari akan naik, dan yang kemudian akan turun kembali.<sup>16</sup>

Hal lain yang mempengaruhi saliva adalah jenis kelamin. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, laju aliran saliva perempuan cenderung lebih rendah dibandingkan dengan pria. Hal ini disebabkan karena kelenjar saliva yang dimiliki oleh perempuan lebih kecil jika dibandingkan dengan pria<sup>19</sup>. Selain jenis kelamin, status psikologis seseorang juga berpengaruh. Pada keadaan-keadaan tertekan akan terjadi penurunan dari kecepatan sekresi saliva dan dengan demikian hal ini akan mempengaruhi pH dari saliva tersebut yang akan turun.<sup>16</sup>

Seseorang yang menderita penyakit sistemik dapat mengalami gangguan produksi saliva. Salah satu penyakit sistemik yang mempengaruhi produksi dari saliva adalah diabetes mellitus. Pada penderita diabetes mellitus, kelenjar saliva kurang dapat menerima stimulus sehingga mengurangi kemampuan kelenjar saliva untuk mensekresikan saliva. Akibatnya pH saliva akan turun akibat menurunnya laju

alir saliva<sup>16</sup>. Konsumsi obat-obatan pada pasien dengan penyakit sistemik pun dapat mempengaruhi hal tersebut. Beberapa obat-obatan yang dapat menyebabkan kekeringan pada rongga mulut. Obat-obatan tersebut antara lain antikolinergik, anti-adrenergik, dan beberapa obat-obatan lain.<sup>16</sup>

Untuk mengetahui pH saliva dapat diukur dengan menggunakan *saliva check buffer kit*. Cara pengukurannya adalah dengan mengumpulkan saliva yang tidak terstimulasi pada gelas ukur, kemudian diukur pH saliva tersebut menggunakan kertas pH dari saliva check buffer kit. Setelah 10 detik tingkat pH saliva dilihat berdasarkan petunjuk dari *saliva check buffer kit*. Perubahan warna kertas menjadi merah menandakan pH saliva kurang dari 5,8 yang berarti saliva bersifat asam. Jika pH normal maka kertas akan berubah warna menjadi kuning dengan pH antara 5,8-6,8. Sedangkan saliva yang baik akan ditandai dengan perubahan kertas menjadi hijau dengan pH lebih dari 6,8<sup>6</sup>.

### 2.3 Plak

Plak merupakan lapisan semitransparan terdiri dari polisakarida yang menempel dengan kuat pada permukaan gigi dan mengandung organisme patogenik yang beberapa diantaranya berkembang dengan pesat dalam lingkungan tersebut. Plak terbentuk pada semua gigi setiap harinya, tanpa tergantung dengan adanya asupan makanan atau tidak. Berbagai tipe bakteri hidup di rongga mulut dan beberapa mampu berkolonisasi di permukaan gigi dan membentuk plak secara terus-menerus<sup>5</sup>.

Banyak bakteri bergantung dari pelikel – film glikoprotein yang dibentuk oleh saliva – untuk dapat melekat pada enamel atau permukaan akar yang terekspos. Kombinasi plak, pelikel, dan bakteri disebut sebagai biofilm oral<sup>5</sup>.

Plak yang tebal banyak ditemukan pada *pit* dan *fissure* gigi, permukaan interproksimal gigi, dan di sekitar permukaan restorasi yang kasar atau *overcontour*. Prosedur pembersihan oral secara mekanik tidak terlalu efektif dalam membersihkan plak secara keseluruhan pada area-area ini. Hal ini merupakan area-area inisiasi karies yang paling umum<sup>5</sup>.

*Streptococci* merupakan spesies bakteri pertama yang menempel pada gigi dan mengawali pembentukan plak. Spesies lainnya kemudian akan menginfiltrasi

plak secara progresif dan setelah beberapa hari menghalangi pertumbuhan, sehingga gram negatif akan menjadi predominan. Organisme yang paling kariogenik adalah streptococci pengikat, seperti *Streptococcus mutans*, *Streptococcus. Sobrinus* (dulu dikenal dengan *Streptococcus Mutans* serotip d dan g), dan basilus *Lactobacillus*. Organisme-organisme ini tidak hanya memproduksi asam organik dengan cepat dari karbohidrat, mereka juga dapat bertahan dalam lingkungan asam<sup>5</sup>.

Metabolisme bakteri terhadap karbohidrat dalam tingkat tinggi pada plak dapat menyebabkan turunnya pH dengan sangat cepat hingga 2-4 poin pada permukaan gigi. Demineralisasi yang dapat menyebabkan karies sebanding dengan level pH dan durasi kontak pH yang rendah tersebut dengan permukaan gigi<sup>5</sup>.

pH plak dapat diukur dengan menggunakan *plaque indicator kit*. Cara pengukurannya adalah dengan mengambil plak menggunakan *disposable plaque collection instrument* dari area gigi yang banyak terdapat plak kemudian dicelupkan ke dalam cairan indikator plak hanya dalam waktu 1 detik. Kemudian ditunggu selama 5 menit untuk melihat perubahan warnanya. Perubahan warna diartikan dengan melihat panduan pada *plaque indicator kit*. Perubahan warna plak menjadi merah menandakan pH plak berkisar pada 5.5 yang berarti plak bersifat asam, warna oranye menunjukkan pH 6.0, warna kuning pH 6.5, dan warna biru pH 7.

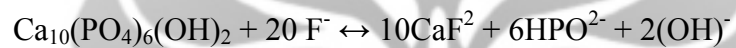
## 2.4 Fluoride

Ion *Fluoride* adalah substansi kimia yang menghasilkan efek dalam jaringan hidup. Efek tersebut dapat diprediksi dalam hubungan jumlah ion fluoride yang berkontak dengan jaringan, dan efek tersebut dapat dibagi menjadi efek yang menguntungkan atau tidak menguntungkan. Hasil penelitian eksperimental maupun klinis menyatakan *fluoride* secara signifikan mengurangi insiden karies<sup>22</sup>. Hal tersebut diperkuat dengan pernyataan bahwa pada beberapa dekade terakhir terjadi penurunan insidensi karies di Negara-negara maju disebabkan meningkatnya penggunaan *topical fluoride*<sup>23</sup>.

Secara umum fluoride bekerja dalam tiga cara untuk mencegah karies. Fluoride menurunkan kecepatan pembentukan lesi karies dengan menghambat proses demineralisasi. Meningkatkan resistensi enamel terhadap serangan asam dan

meningkatkan proses remineralisasi dengan bereaksi dengan *hydroxyapatite* untuk membentuk *fluorapatite*. *Fluoride* yang tersedia dalam jumlah banyak akan menghambat metabolisme bakteri<sup>9</sup>.

Dalam lingkungan asam, ion fluoride bereaksi dengan ion bebas  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{HPO}_4^{2-}$  membentuk kristal fluorapatite  $[\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})\cdot\text{F}_2]$ . kristal tersebut tidak mudah larut dibandingkan dengan HA murni sehingga lebih resisten terhadap serangan ion asam di atas pH 4.5.<sup>3</sup> Pada konsentrasi tinggi, fluoride berperan sebagai antibakteri dengan menghambat reaksi enzim bakteri termasuk glikolisis dan transport glukosa kedalam sel<sup>18</sup> sehingga produksi asam bakteri pun akan berkurang dan mempengaruhi nilai pH plak<sup>31</sup>. Penelitian lain menunjukkan bahwa fluoride dapat mempengaruhi kinerja cathepsin C dan mempengaruhi pH saliva<sup>20</sup>.



Dikutip dari Primary Preventive Dentistry<sup>25</sup>.

Dalam kondisi normal, saliva mengandung rata-rata 0.03 ppm ion fluoride, meskipun percobaan *in vitro* menunjukkan konsentrasi tersebut cukup dalam menghambat demineralisasi tetapi pada kenyataannya hal tersebut dipengaruhi oleh konsumsi makanan pasien. Pada gigi yang sehat, fluoride yang ditemukan pada enamel dan dentin mencapai 2500 ppm, akan tetapi jumlah tersebut tidak cukup jika terjadi peningkatan konsentrasi asam pada plak akibat konsumsi karbohidrat.

Penambahan konsumsi *fluoride* dapat meningkatkan konsentrasi ion fluoride hingga 4000 ppm, hal tersebut dapat mengurangi resiko karies pada anak hingga 60%<sup>9</sup>. Suplemen fluoride pada umumnya terbagi menjadi dua macam yaitu sistemik *fluoride* dan *topical fluoride*<sup>18</sup>. Komponen *fluoride* yang paling sering tersedia untuk aplikasi topikal adalah NaF (*Sodium Fluoride*),  $\text{SnF}_2$  (*Stannous Fluoride*), APF (*acidulated phosphate fluoride*), dan  $\text{Na}_2\text{FPO}_3$ . Produk yang paling sering digunakan adalah pasta gigi, meskipun tersedia juga produk lainnya<sup>9</sup>.

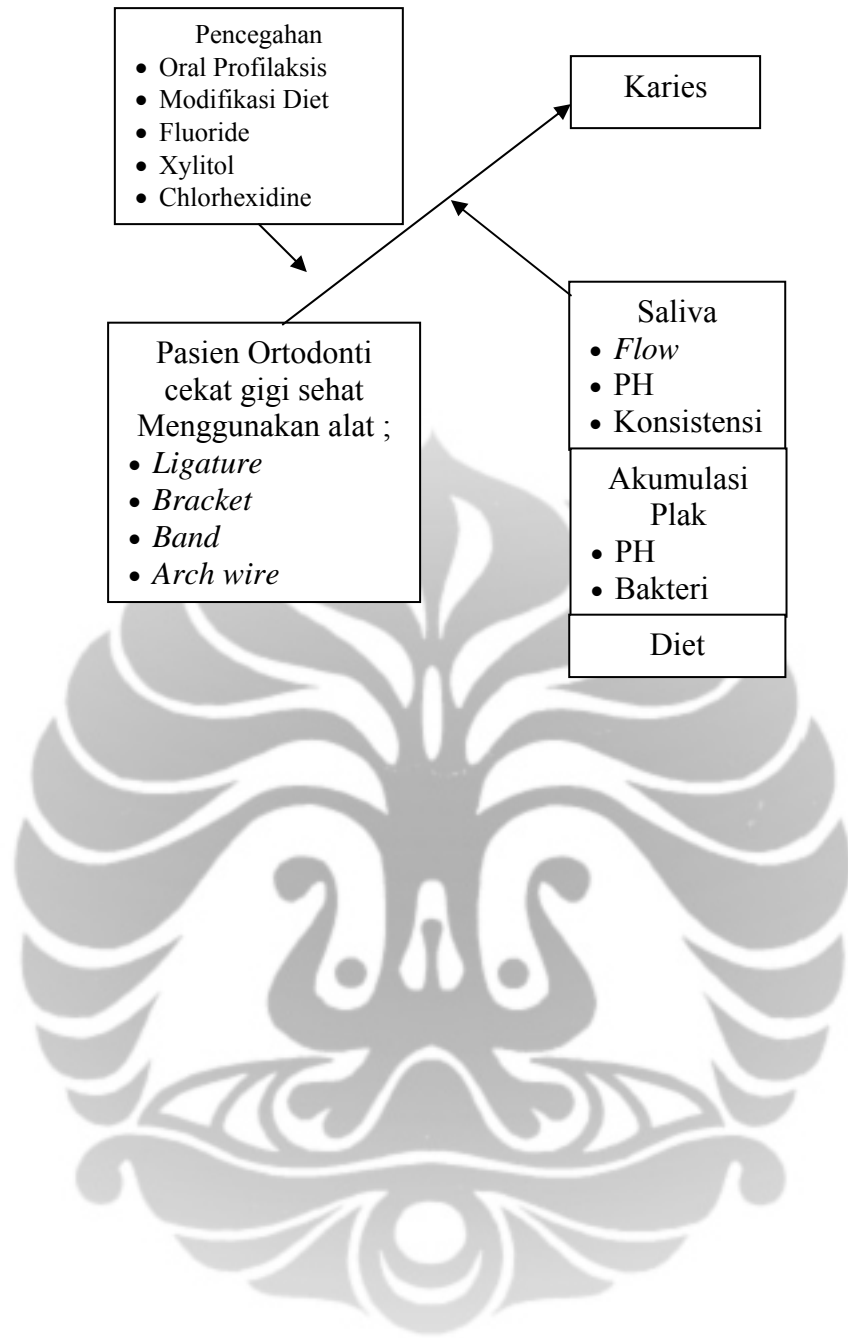
<p><b>Fluoride containing dentifrices</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Usually as NaF (1.0%), Na<sub>2</sub>FP0<sub>2</sub> (0.76%) or SnF<sub>2</sub> (0.4%) (concentration of fluoride ion by weight).</li> </ul> <p>In general there is approximately 1 mg/g of available fluoride (1000 ppm). A toothbrush completely covered in paste holds approximately 1.5 mg of fluoride. Recent developments include</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a low fluoride toothpaste for young children (400 ppm)</li> <li>a 5000 ppm dentifrice for high caries risk adults (not recommended for children)</li> </ul>
<p><b>Concentrated gels</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>APF 1.23%: contains approximately 12.3 mg of fluoride ion/gm or ml of gel or 12,300 ppm fluoride ion at pH 3.5.</li> <li>NaF 2%: contains approximately 10 mg of fluoride ion/gm or ml of gel or 10,000 ppm fluoride ion at pH 7.0.</li> </ul> <p>Note that APF gel is more effective than NaF in providing prolonged protection against caries and in counteracting the effects of strong acids. However, it is contraindicated where glass based restorative materials are present – such as ceramics, glass-ionomers and some glass-filled composite resins.</p>
<p><b>Concentrated solutions</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>SnF<sub>2</sub> 20%: dissolved under heat in glycerine for stabilisation, diluted for local topical application as required.</li> </ul>
<p><b>Mouth rinses</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ranging from 0.02-0.2% NaF (0.1-1.0 mg of fluoride per ml (100-1,000 ppm.) of mouth rinse. Some mouth rinses may be acidulated.</li> </ul>
<p><b>Varnishes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>0.2% NaF in viscous resins/varnishes, contains 1 mg of fluoride per ml of varnish (1,000ppm).</li> <li>5% NaF in viscous varnishes contain 25 mg of fluoride per ml (approx 26,000ppm).</li> </ul>

Tabel 1.1 Produk-produk yang mengandung fluoride. Dikutip dari Preservation and restoration of tooth structure 2<sup>nd</sup> ed.<sup>9</sup>

Efektivitas *fluoride* dalam mencegah karies bergantung pada konsentrasi *fluoride* yang digunakan, frekuensi aplikasi *fluoride*, lamanya aplikasi diberikan, serta komponen *fluoride* yang digunakan. Fluoride gel diketahui lebih efektif dalam mencegah karies dibandingkan dengan fluoride berbentuk larutan<sup>25</sup>. *Acidulated Phosphate Fluoride* (APF) gel mengandung kurang lebih 12,3 mg ion F /gm gel atau 12,300 ppm fluoride ion dengan pH 3,5. Sementara sodium fluoride mengandung setidaknya 19 mg ion F / gm gel atau 10,000 ppm ion F dengan pH 7,0. APF gel diketahui lebih efektif daripada NaF dalam memberikan perlindungan yang lebih lama<sup>14</sup>.

Fluoride gel dapat di aplikasikan dengan dua cara, pertama melibatkan isolasi gigi dan kemudian mengoleskan gel pada permukaan gigi, cara lain adalah dengan menggunakan *disposable tray*<sup>25</sup>. Dalam pelaksanaannya, pemberian dijadwalkan berdasarkan kebutuhan pasien, untuk pasien dengan karies aktif terapi dapat diberikan sebanyak empat kali dengan jangka waktu dua hingga empat minggu. waktu aplikasi yang dibutuhkan untuk pasien dengan karies aktif adalah empat menit setiap aplikasi, sedangkan untuk tujuan pencegahan dapat diberikan kurang dari empat menit. Setelah aplikasi fluoride, pasien diharapkan untuk tidak makan, minum, dan berkumur selama tiga puluh menit<sup>25</sup>.

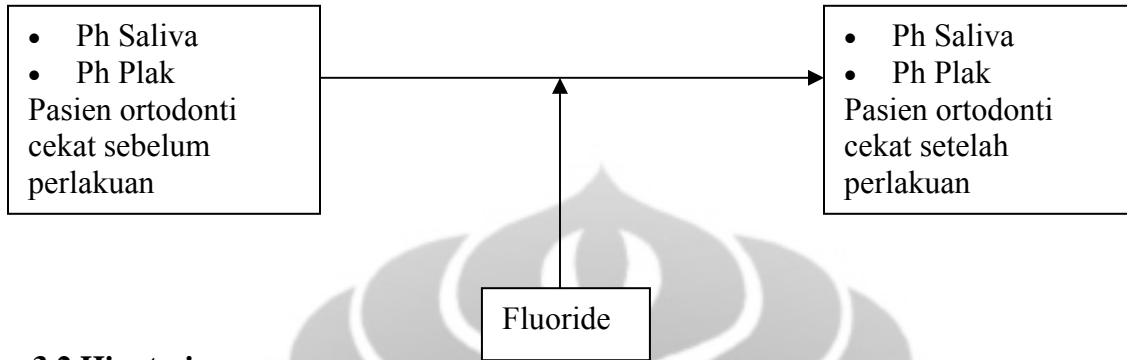
## 2. 5 Kerangka Teori



## BAB III

### KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS

#### 3.1 Kerangka Konsep



#### 3.2 Hipotesis

1. Ada perbedaan pH plak sebelum dan sesudah diberikan perlakuan topical fluoride pada pasien yang menggunakan alat ortodonti cekat
2. Ada perbedaan pH saliva sebelum dan sesudah diberikan perlakuan topical fluoride pada pasien yang menggunakan alat ortodonti cekat

Variabel terikat : pH plak dan pH saliva

Variabel bebas : Fluoride



