

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN KERANGKA TEORI

2.1 Karies Gigi

2.1.1 Definisi Karies Gigi

Karies gigi adalah suatu proses kronis hilangnya ion-ion mineral dari enamel mahkota gigi atau permukaan akar yang terjadi akibat keadaan asam hasil dari fermentasi karbohidrat oleh bakteri rongga mulut.^{4,9} Hilangnya ion-ion mineral awalnya hanya terlihat melalui mikroskop, namun lama kelamaan pada enamel akan terlihat sebagai lesi putih (*white spot lesion*) atau sebagai pelunakan dari sementum akar. Proses karies ini dapat dihentikan sehingga karies yang terjadi bersifat inaktif.⁹ Kegagalan dalam mengembalikan mineral yang hilang mengakibatkan timbulnya kavitas pada gigi.⁴

2.1.2. Etiologi Karies

Penyebab karies gigi adalah multifaktorial. Ada beberapa faktor yang dapat mengakibatkan terjadinya karies gigi seperti terlihat pada gambar 2.1.⁴ Faktor-faktor tersebut adalah :

- Akumulasi dan retensi plak yang mengakibatkan terjadinya peningkatan kesempatan bakteri acidogenik memfermentasikan karbohidrat sehingga terjadi peningkatan asam organik.⁴ Plak merupakan lapisan polisakarida semitransparan yang melekat dengan kuat pada permukaan gigi dan di dalamnya terdapat organisme patogenik. Plak terbentuk pada semua gigi setiap hari seiring dengan konsumsi makanan. Beberapa bakteri bergantung pada pelikel untuk melekat pada permukaan gigi.⁴ Pelikel adalah lapisan film glikoprotein yang terbentuk dari saliva serta lengket sehingga bakteri mudah menempel.^{4,9} Ketika bakteri tersebut sudah melekat pada pelikel, plak akan terbentuk. Sehingga, plak adalah deposit bakteri yang melekat dan terbentuk pada semua permukaan gigi.^{9,10} Plak juga merupakan tempat penghasil metabolit bakteri.¹⁰ Kombinasi dari plak, pelikel, dan bakteri disebut dengan *oral biofilm*. *Streptococci* adalah jenis bakteri yang pertama kali melekat pada gigi dan memulai pembentukan

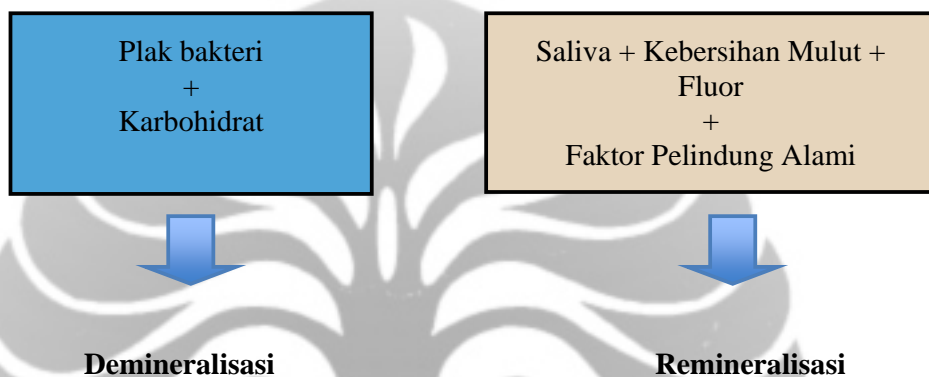
plak. *Streptococcus mutans*, *Streptococcus sobrinus*, dan *Lactobacillus* adalah bakteri yang paling kariogenik dan tidak hanya menghasilkan asam organik dengan cepat, tetapi juga dapat hidup di dalam lingkungan yang asam. Metabolisme bakteri pada plak akan membuat penurunan pH plak seketika sebanyak 2-4 point. Penurunan ini bergantung pada ketebalan plak, jumlah dan jenis bakteri yang ada, serta kapasitas dapar saliva. Laju alir saliva yang tinggi dapat mengembalikan pH saliva kembali menjadi netral.⁴

- Frekuensi mengkonsumsi karbohidrat merupakan salah satu faktor yang berperan dalam terjadinya karies gigi. Frekuensi mengkonsumsi karbohidrat yang tinggi lebih berpengaruh terhadap proses terjadinya karies gigi dibandingkan dengan jumlah karbohidrat yang dikonsumsi. Monosakarida dan disakarida merupakan jenis gula yang cepat untuk difermentasi. Asam yang dihasilkan dari fermentasi karbohidrat merupakan asam organik lemah dan hanya menyebabkan demineralisasi kronis yang kecil. Namun, tingginya frekuensi konsumsi gula pada jangka waktu yang lama, akan dapat menyebabkan perkembangan karies semakin cepat.⁴
- Frekuensi dari pemajanan terhadap diet asam dapat meningkatkan terjadinya karies atau erosi.⁴
- Faktor pelindung alami dari pelikel, saliva, dan plak yang tidak mengandung bakteri asidogenik dapat mencegah terjadinya karies atau membatasi perkembangannya. Ada beberapa makanan yang dapat mencegah keparahan demineralisasi gigi, misalnya lemak yang dapat mencegah perlekatan plak ke gigi.⁴
- Peran fluoride dan elemen lain dalam mengontrol perkembangan dari karies.

2.1.3. Mekanisme Proses Karies

Komponen mineral pada enamel, dentin, dan sementum gigi tersusun atas hidroksiapatit atau $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$. Pada lingkungan rongga mulut yang netral, hidroksiapatit mencapai keseimbangan dengan ion Ca^{2+} dan

PO_4^{3-} . Hidroksiapatit reaktif terhadap ion hidrogen pada keadaan pH 5,5 atau kurang dari 5,5. Oleh karena itu, pH saliva 5,5 dikenal dengan pH kritis bagi hidroksiapatit.⁴ Ion H^+ akan bereaksi dengan fosfat yang ada di permukaan email. Proses ini merupakan proses berubahnya PO_4^{3-} menjadi HPO_4^{2-} . HPO_4^{2-} ini tidak bisa berkontribusi dengan kesetimbangan normal hidroksiapatit, oleh karena itu, kristal hidroksiapatit akan larut. Proses ini dikenal dengan demineralisasi.⁴

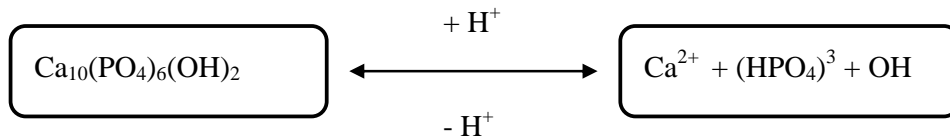


Gambar 2.1. Interaksi Faktor Etiologi Pada Rongga Mulut⁴
 Proses terjadinya demineralisasi dan remineralisasi dipengaruhi oleh beberapa faktor. Demineralisasi terjadi akibat pengaruh plak bakteri dan karbohidrat. Sedangkan remineralisasi terjadi karena dipengaruhi oleh saliva, kebersihan mulut, ion fluor, dan faktor pelindung alami.

Proses demineralisasi dapat terjadi sebaliknya, jika pH kembali netral dan ada ion Ca^{2+} dan PO_4^{3-} yang cukup. Produk-produk hidroksiapatit yang larut akan dikembalikan lagi ke gigi. Proses ini dikenal dengan remineralisasi. Keadaan ini dapat diperkuat dengan adanya ion fluor.¹¹

Pada saat terjadi penurunan pH, ion asam akan bereaksi dengan fosfat pada saliva/plak sampai pH mencapai angka 5,5. Adanya penurunan pH terus menerus akan mengakibatkan semakin banyak ion asam yang bereaksi dengan fosfat sehingga membuat larutnya hidroksiapatit. Ion fluoride yang disimpan lalu akan bereaksi dengan ion Ca^{2+} dan HPO_4^{2-} membentuk fluorapatit. Namun, jika pH terus menerus turun sampai di bawah 4,5, fluorapatit akan larut juga.⁴ Bila terjadi ketidakseimbangan antara demineralisasi dan remineralisasi maka akan terbentuk kavitas pada

permukaan gigi. Gambaran terjadinya reaksi demineralisasi dan remineralisasi terlihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2. Proses demineralisasi dan remineralisasi⁴

Kristal hidroksiapatit memiliki formula kimia yaitu $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$. Pada proses demineralisasi ion H^+ akan bereaksi dengan hidroksiapatit sehingga terurai menjadi Ca^{2+} , $(\text{HPO}_4)^3$, dan OH . Pada proses remineralisasi ion-ion tersebut dapat kembali ke gigi dengan dilepaskannya ion H^+ sehingga membentuk hidroksiapatit kembali.

2.1.4. Perkembangan Lesi Karies Gigi

Lesi Email Awal

Lesi email awal terjadi ketika pH permukaan gigi rendah dan tidak dapat diimbangi dengan remineralisasi. Namun pH ini tidak cukup rendah untuk mencegah remineralisasi permukaan gigi. Ion asam berpenetrasi masuk ke porositas email gigi sehingga menyebabkan terjadi demineralisasi di bawah permukaan gigi. Pada permukaan gigi di atasnya terjadi remineralisasi karena adanya peningkatan ion Ca^{2+} dan HPO_4^{2-} , fluor, dan proses dapar yang dilakukan oleh produk-produk saliva.⁴

Karakteristik dari lesi ini adalah hilangnya translusensi normal email dengan adanya gambaran warna putih terutama saat dikeringkan, lapisan yang rapuh khususnya pada bagian pit dan fissure, peningkatan porositas yang ditandai dengan terjadinya perubahan warna gigi, serta penurunan densitas yang dapat dideteksi dengan radiograf atau transiluminasi. Selain itu, lesi masih memiliki potensi untuk remineralisasi apabila dibantu dengan perawatan remineralisasi tertentu.⁴

Lesi Lanjut Pada Mahkota

Jika ketidakseimbangan antara proses demineralisasi dan remineralisasi terus terjadi, permukaan terjadinya lesi akan kolaps karena larutnya apatit atau frakturnya kristal yang lemah sehingga menyebabkan terjadinya kavitas pada permukaan. Bakteri kemudian dapat masuk ke

dalam kavitas sehingga fase remineralisasi akan semakin sulit terjadi.

2.1.5. Pencegahan Karies Gigi

Karies gigi memiliki etiologi yang multifaktorial sehingga untuk mencegahnya diperlukan pencegahan yang bersifat multifaktorial pula. Pemilihan cara pencegahan juga bervariasi pada tiap pasien.¹²

Kontrol Diet

Kontrol diet memerlukan motivasi dan kerjasama yang baik dari pasien untuk mencatat setiap diet yang dikonsumsi. Hal ini dilakukan untuk mengetahui diet pasien yang paling kariogenik sehingga diet tersebut dapat diganti. Tugas dokter gigi adalah memberikan informasi mengenai makanan dan minuman yang baik untuk kesehatan gigi sekaligus memberikan dukungan dan motivasi terhadap pasien untuk memodifikasi pola makanan mereka yang kariogenik.¹²

Peningkatan dan Evaluasi Kebersihan Mulut

Kebersihan mulut dapat dicapai dengan cara menyikat gigi. Keberhasilan kontrol plak dengan menyikat gigi dapat membantu mencegah terjadinya karies. Penyikatan gigi sebaiknya dilakukan pada pagi hari dan sebelum tidur.¹² Karena plak bersifat translusen dan sewarna gigi, terkadang pasien tidak dapat membersihkan plaknya secara menyeluruh. Penggunaan *disclosing agent* dapat membantu pasien untuk melihat letaknya plak.⁹

Selain dengan menyikat gigi, pasien dianjurkan menggunakan *dental floss* atau pembersih interdental lainnya. Ada juga beberapa obat kumur yang dibuat untuk mengurangi bakteri mulut. Penggunaan alkohol di dalam obat kumur dapat memperparah dehidrasi pada jaringan mukosa, khususnya pasien dengan perlindungan saliva yang rendah.¹²

Evaluasi dan Peningkatan Faktor Pelindung Saliva

Defisiensi faktor pelindung saliva diakibatkan oleh penurunan sekresi saliva. Gambaran klinis dari keadaan ini adalah adanya gambaran visual keringnya oral mukosa, pasien sering membasahi bibirnya, pasien

yang sering mengalami kehausan, pasien yang mengalami tingkat karies tinggi sedangkan diet nonkariogenik normal dan kebersihan oralnya baik, pasien yang sering mengkonsumsi medikasi yang menyebabkan hiposalivasi, serta beberapa kondisi yang menyebabkan xerostomia.¹²

Peningkatan laju alir saliva biasanya sulit dilakukan khususnya jika diakibatkan oleh penyakit sistemik. Namun, mengunyah permen karet bebas gula dapat memberikan efek positif terhadap laju alir saliva. Pemberian obat pilocarpine dapat membantu meningkatkan laju alir saliva, tetapi perlu diperhatikan dosisnya karena dapat menyebabkan alergi.¹²

Pemberian Fluoride

Fluoride dapat membantu menghentikan terjadinya demineralisasi. Fluoride dapat menghentikan demineralisasi dan meningkatkan remineralisasi karena ikatannya dengan kalsium serta fosfat pada saliva.¹²

Fluoride bekerja dengan tiga cara, yaitu memperlambat proses karies gigi dengan menghambat terjadinya demineralisasi, meningkatkan resistensi email terhadap serangan asam, serta meningkatkan remineralisasi melalui reaksi dengan hidroksiapatit yang membentuk fluorapatit. Fluorapatit ini lebih sulit larut dalam lingkungan asam jika dibandingkan dengan hidroksiapatit.¹²

2.2. SALIVA

2.2.1. Definisi dan Fungsi Saliva

Saliva merupakan gabungan cairan yang disekresikan ke dalam rongga mulut. Cairan tersebut disekresikan oleh kelenjar saliva mayor (parotid, submandibular, dan sublingual), kelenjar saliva minor, dan cairan dari eksudat gingiva.¹¹ Letak kelenjar saliva mayor dapat dilihat pada gambar 2.3. Posisi dan duktus dari setiap kelenjar saliva terlihat pada tabel 2.1. Ada beberapa fungsi dari saliva, yaitu:¹³

- lubrikasi untuk oral sehingga membantu dalam mastikasi dan bicara
- membantu indera pengecap dengan berperan sebagai pelarut ion dan protein

- menjaga kesehatan dari mukosa mulut dengan adanya growth factor untuk membantu dalam proses penyembuhan luka
- membantu proses pencernaan dengan adanya amilase dan lipase
- melarutkan dan membersihkan material dari rongga mulut
- menetralkan asam dari dental plak
- menetralkan asam lemah dari makanan dan minuman
- menetralkan secara sementara dari pajanan asam kuat
- menyimpan ion kalsium, phosphor, dan fluoride untuk proses remineralisasi
- mengontrol mikroflora mulut dengan adanya IgA, enzim, peptida, dan mediator kimiawi.

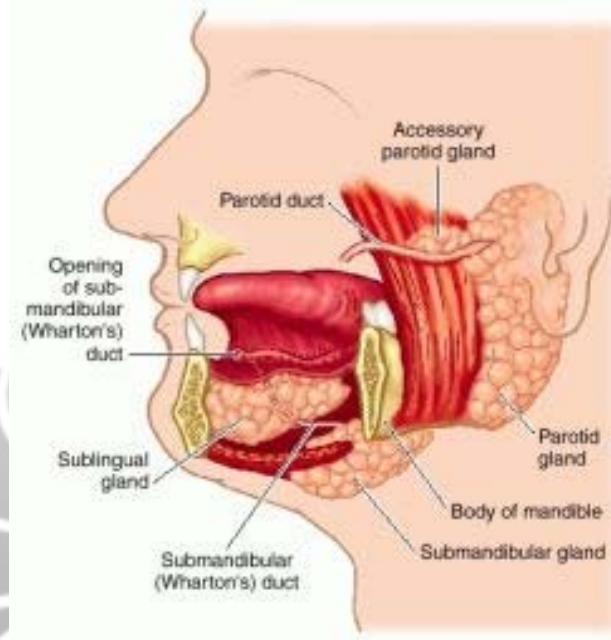
Aliran dari saliva distimulasi dengan rasa dan mastikasi makanan. Peningkatan laju alir saliva akan membuat peningkatan pH dengan adanya peningkatan ion bikarbonat sehingga kapasitas dapar juga akan meningkat. Tingkat kalsium dan fosfat juga akan meningkat sehingga keseimbangan antara demineralisasi dan remineralisasi dari struktur gigi akan terjaga.¹³

Sifat dari kelenjar ludah dan sekresinya ditentukan oleh tipe sel sekretori yaitu serosa, mukoserosa, dan mucus. Ludah serus menunjukkan ludah yang encer sedangkan ludah mucus menunjukkan ludah yang kental. Kelenjar parotid merupakan kelenjar serosa sedangkan kelenjar sublingual dan submandibular merupakan kelenjar mukoserosa. Kelenjar saliva minor merupakan kelenjar mucus sehingga saliva yang dihasilkan kental.¹⁵

Saliva berperan penting dalam melindungi gigi terhadap serangan asam karena di dalam saliva terdapat beberapa hal yang berperan untuk melindungi gigi, yaitu :¹³

- Adanya ion Ca^{2+} dan HPO_4^{2-} dalam saliva yang dapat menggantikan ion-ion yang hilang dari permukaan gigi akibat demineralisasi
- Ion HPO_4^{2-} yang secara khusus berfungsi sebagai kapasitas dapar dalam keadaan pH istirahat dan pada tahap awal dari munculnya asam
- Adanya pelikel yang merupakan lapisan glikoprotein dari saliva yang melapisi gigi dan dapat melindungi gigi dari serangan asam. Lapisan

ini menjaga agar asam tidak dapat berdifusi ke dalam gigi dan membatasi mineralisasi berlebihan dari apatit yang menyebabkan timbulnya kalkulus.



Gambar 2.3. Kelenjar Saliva¹⁴

Gambar ini menunjukkan letak kelenjar saliva mayor, yaitu kelenjar parotid, submandibular, dan sublingual.

Tabel 2.1 Ringkasan Karakter Kelenjar Saliva Mayor¹⁵

Jenis Kelenjar	Parotid	Submandibular	Sublingual
Posisi	Sekitar ramus mandibula dan merupakan kelenjar terbesar	Di bawah mandibula dan dengan ukuran sedang	Di dasar mulut dan ukurannya paling kecil
Duktus ekskretori	Duktus Stenson yang keluar di dekat gigi M2 rahang atas	Duktus Wharton yang keluar di pada sisi-sisi frenulum lidah	Duktus Bhartolin (utama) yang keluar di sebelah duktus Wharton . Duktus Rivainian yang keluar di sublingual fold

- Adanya ion bikarbonat yang berfungsi untuk membuffer saliva terstimulasi

- Laju aliran saliva yang dapat membantu membersihkan debris dan mikroorganisme.
- Ion fluor yang berkontribusi dalam perbaikan gigi dan perlindungan gigi. Jumlah ion fluor yang normal di dalam saliva hanya 0,3 ppm, tetapi dapat meningkat dengan penggunaan fluoride dari luar misalnya topical fluoride, pasta gigi, dll.

Pada orang dewasa dalam keadaan istirahat kecepatan sekresi saliva rata-rata adalah 0,3 – 0,4 ml per menit, sedangkan kecepatan sekresi saliva yang dirangsang adalah 1-2 ml per menit. Jumlah sekresi saliva per hari tanpa dirangsang adalah 300 mL.¹⁶ Kecepatan aliran saliva bergantung pada beberapa faktor yaitu: macam rangsang, intensitas, dan lamanya rangsang, irama sirkadian, diet, umur, jenis kelamin, penyakit sistemik, ukuran kelenjar saliva, makanan dan obat-obatan.¹⁷ Laju aliran saliva terstimulasi dan tidak terstimulasi per harinya adalah 500 hingga 1500 mL, sedangkan volume saliva rata-rata yang berada dalam rongga mulut saat istirahat adalah 1 mL.¹³

2.2.2. KOMPOSISI SALIVA

Saliva terdiri dari 94%-99,5% air, bahan organik, dan anorganik. Komponen anorganik dari saliva antara lain Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , H^+ , PO_4 , dan HPO_4^{2-} . Komponen anorganik yang memiliki konsentrasi tertinggi adalah Na^+ dan K^+ . Kalsium dan fosfat mempengaruhi proses remineralisasi email dan pembentukan kalkulus. Ion bikarbonat yang ada di dalam saliva berperan penting untuk proses dapar di dalam saliva. Karena jumlah ion fluor yang ada di dalam saliva sedikit, maka konsentrasinya sangat dipengaruhi oleh konsumsi makanan dan minuman.¹⁹

Sedangkan komponen organik utama adalah protein dan musin. Selain itu ditemukan juga lipida, glukosa, asam amino, ureum, amoniak, dan vitamin. Komponen organik ini dapat ditemukan dari pertukaran zat bakteri dan makanan. Protein yang secara kuantitatif penting adalah α -amilase, protein kaya-prolin, musin, dan imunoglobulin.¹⁹ Fungsi dan jenis protein

pada saliva terlihat pada tabel 2.3. Komponen saliva memiliki efek statis dan dinamis untuk mencegah terjadinya karies gigi. Hal ini dapat terlihat pada tabel 2.2.

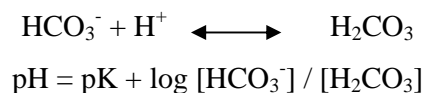
Tabel 2.2 Efek Statis dan Dinamis Dari Saliva yang Berpotensi Untuk Aksi Anti-Karies¹⁸

Antibakteri	Lisosim, Laktoferin, Imunoglobulin, Sialoperoksidase, Cystatin, dll
Supersaturasi	Ca, PO ₄ , OH, F, Statherin, Peptida kaya prolin
Substrat Plak	Sialin, Urea, Glikoprotein mucous
Formasi Pelikel	Peptida rendah dan tinggi
Dinamis	
Kapasitas Dapar	Bikarbonat (Meningkat seiring stimulasi)
<i>Clearance</i> gula dan asam	Air (Meningkat seiring stimulasi)
Supersaturasi	Bikarbonat (Meningkat seiring stimulasi)

2.2.3. pH SALIVA

Derajat keasaman suatu larutan dinyatakan dengan pH. pH dipakai untuk menunjukkan konsentrasi ion-ion hidrogen dalam sel serta cairan tubuh. Sorensen mendefinisikan pH sebagai log negatif dari konsentrasi ion hidrogen : $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$.²⁰ Suatu larutan dikatakan asam jika $\text{pH} < 7$ sedangkan dikatakan basa jika $\text{pH} > 7$. pH saliva yang tidak terstimulasi dan terstimulasi biasanya akan berbeda hingga dua unit. Nilai pH ini biasanya berkisar antara 5,3-7,8.²¹

pH saliva ditentukan dengan adanya konsentrasi bikarbonat. Jadi pH akan bervariasi bergantung konsentrasi bikarbonat yang ada. Hal ini digambarkan menurut persamaan dari Henderson-Hasselbach seperti pada persamaan berikut :²²



Konsentrasi ion bikarbonat pada saliva saat istirahat adalah 1 mmol/L dan akan meningkat sampai 50 mmol/L jika distimulasi. Jika konsentrasi ion bikarbonat meningkat, maka pH dan kapasitas dapar saliva

juga akan meningkat. Beberapa komponen saliva berkontribusi terhadap kemampuan saliva untuk menetralkan asam, khususnya asam yang diproduksi dari dental plak. Fosfat dan protein dalam saliva berperan dalam kapasitas dapar saliva. Perannya adalah membantu meningkatkan produksi amin yang dapat memberikan efek basa karena amin dapat memecah protein pada saliva dan bakteri.¹³

Pada saat istirahat pH saliva biasanya agak asam, bervariasi dari 6,4-6,9. Konsentrasi bikarbonat pada saliva saat istirahat rendah, sehingga sumbangan bikarbonat untuk proses dapar hanya 50%. Sedangkan jika distimulasi, bikarbonat dapat menyumbang hingga 85%. Pada saliva saat istirahat, perbandingan antara bikarbonat dengan H_2CO_3 juga akan turun. Hal ini jelas terlihat pada kelenjar parotid.¹⁹

Tabel 2.3 Jenis Protein di dalam Saliva dan Fungsinya¹⁹

Jenis Protein	Fungsi
α -amilase	- mengubah tepung kanji dan glikogen menjadi satu kesatuan karbohidrat - memudahkan mencerna polisakarida
Lisosim	Membunuh bakteri tertentu
Kalikrein	Merusak sebagian protein tertentu, antara lain faktor pembekuan darah XII
Laktoperoksidase	Mengkatalisis oksidasi CNS^- menjadi $OSCN^-$ yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri
Protein kaya-prolin	- membentuk pelikel pada email gigi - menggumpalkan bakteri tertentu
Musin	- membuat ludah pekat - melindungi jaringan mulut terhadap kekeringan
Imunoglobulin	Sistem imun spesifik
Laktoferin	Mengikat ion Fe^{3+} yang perlu untuk pertumbuhan bakteri
Gustin	Proses kesadaran pengecap

Karbonik anhidrase (CAs) berperan dalam menjaga keseimbangan pH pada beberapa jaringan dan cairan tubuh seseorang dengan mengkatalis hidrasi reversible dari karbondioksida. Ada sebelas isoenzim yang memiliki aktivitas CA dan dua diantaranya terdapat pada saliva. CA

II bersifat *cytosolic* dan memiliki aktivitas isoenzim yang tinggi. CA II terdapat pada sel di kelenjar kelenjar parotid dan submandibular. CA II ini yang menghasilkan bikarbonat pada saliva. Selain CA II, CA VI juga memiliki fungsi yang sama.²³

Ada beberapa hal yang mempengaruhi perubahan derajat keasaman dan kapasitas dapar dari saliva, yaitu :

- Irama siang dan malam (irama sirkadian)

pH saliva dan kapasitas dapar akan tinggi segera setelah bangun (keadaan istirahat), tetapi akan cepat turun. Pada saat setelah makan nilai pH saliva tinggi, tetapi dalam waktu 30-60 menit akan turun lagi. Selain itu, sampai malam hari akan naik, lalu kemudian akan turun lagi.¹⁹

- Diet

Diet berpengaruh dalam pH saliva. Diet yang kaya karbohidrat akan menurunkan pH saliva karena menaikkan metabolisme produksi asam oleh bakteri-bakteri. Diet yang kaya sayur-sayuran akan cenderung menaikkan pH saliva.¹⁹

- Perangsangan kecepatan sekresi

Hal ini berkaitan dengan ion bikarbonat yang meningkat jika terjadi peningkatan dari laju alir saliva sehingga pH saliva meningkat.¹⁹

- 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.²⁴

- Status psikologis

Pada keadaan-keadaan tertekan dapat terjadi penurunan kecepatan sekresi saliva. Dengan demikian hal ini akan mempengaruhi pH saliva akan turun.¹⁹

- Usia

Secara umum, penurunan laju aliran saliva diakibatkan oleh faktor usia. Namun, dalam penelitian sebelumnya, membuktikan bahwa laju aliran saliva parotid tidak menurun dengan 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.⁹

- Perubahan Hormonal

Pada saat menopause, status hormon-hormon kelamin akan berubah. Hal ini membuat sekresi saliva menurun sehingga menurunkan laju aliran saliva dan membuat pH turun.¹⁹

- Penyakit sistemik

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 turun dengan menurunnya laju alir saliva.¹⁹

- Radioterapi

Perawatan radioterapi dapat mengakibatkan rusaknya sel-sel sekresi kelenjar ludah sehingga gejala mulut kering dapat terjadi. Akibatnya, laju alir saliva akan menurun sehingga pH saliva akan menurun.¹⁹

- Medikasi tertentu

Ada beberapa obat-obatan yang dapat menyebabkan kekeringan pada rongga mulut (tabel 2.4). Obat-obatan tersebut antara lain antikolinergik, anti-adrenergik, dan beberapa obat-obatan lain.¹⁹ Kemoterapi dan obat-obatan sitotoksik yang berfungsi mengatasi malignansi biasanya juga menyebabkan gejala mulut kering yang akut.⁹

Tabel 2.4 Medikasi Penyebab Penurunan Aliran Saliva⁹

Antidepresan	Diuretik
Obat antipsikotik	Obat anti parkinson
Tranquilizer	Appetite supresan
Hipnotik	Antinauseant
Antihistamin	Antiemetik
Antikolinergik	Relaksan otot
Antihipertensi	Ekspektoran

Sekresi saliva terjadi secara refleks akibat impuls saraf dan pelepasan neurotransmitter dari ujung saraf kelenjar saliva. Pengunyahan akan mengakibatkan impuls saraf ke saraf trigeminal, fasial, dan glosfaringeal. Selain itu, sekresi saliva meningkat karena adanya kemoreseptor pada kuncup kecap. Kuncup kecap menghasilkan kemoreseptor jika dirangsang oleh rasa, seperti manis, asam, dll. Kemoreseptor ini akan mengantarkan impuls ke salivary nuclei di medulla oblongata. Peningkatan laju alir ini akan meningkatkan pH saliva.²⁵

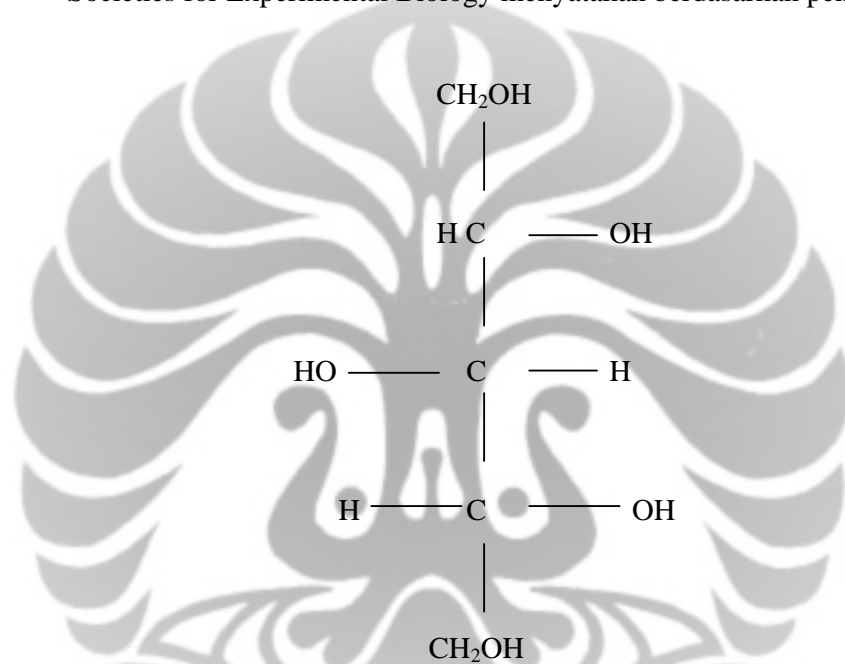
2.3. XYLITOL

Xylitol adalah alkohol pentosa yang dapat ditemukan secara alami. Buah-buahan dan sayur-sayuran seperti strawberry, selada, jamur, dll mengandung xylitol dalam jumlah kecil.⁷ Tingkat kemanisan yang dimiliki xylitol sama dengan tingkat kemanisan yang dimiliki oleh sukrosa, tetapi dengan tingkat energi yang tidak sama.¹¹ Xylitol tersusun atas lima rantai karbon atau pentitol dengan formula $(\text{CHOH})_3(\text{CH}_2\text{OH})_2$.

Xylitol pertama kali ditemukan pada tahun 1890 oleh seorang kimiawan Jerman bernama Emil Herman Fischer yang diambil dari Pohon Birch. Penggunaan xylitol sebagai pemanis mulai digunakan sejak Perang Dunia II di Finlandia pada tahun 1930-an. Pada tahun 1960-an, xylitol sudah digunakan sebagai pemanis makanan terutama pada penderita diabetes di beberapa negara seperti Jerman, Swiss, Jepang, Italia, dll. Penelitian efek xylitol terhadap kesehatan gigi mulai dilakukan di

University of Turku, Finlandia dan ditemukan bahwa xylitol berhasil mengurangi tingkat karies sampai 85%.⁶

Penggunaan xylitol sebagai pemanis makanan disetujui pertama kali di Amerika oleh FDA (Food and Drug Administration) pada tahun 1963. Namun, adanya efek samping dari penggunaan xylitol intravena pada tahun 1971 mengakibatkan sejumlah orang mempertanyakan validitas dari penggunaan xylitol. Bersamaan dengan hal tersebut pada tahun 1978, Life Sciences Research Office of the Federation of American Societies for Experimental Biology menyatakan berdasarkan penelitian



Gambar 2.4. Formula kimia xylitol²⁶

Gambar ini menunjukkan formula kimia dari xylitol yang merupakan penta alkohol.

yang dilakukan Turku Sugar Studies, xylitol tidak memiliki efek samping jika dikonsumsi rata-rata sebanyak 53 gram per hari dalam jangka waktu periode dua tahun. Penggunaan xylitol sebagai pemanis produk makanan disetujui oleh JECFA (Joint Expert Committee of Food additives) milik FAO pada tahun 1983 dan disetujui oleh FDA pada tahun 1986.⁶

Xylitol termasuk ke dalam golongan polialkohol (poliols) yang sebenarnya bukan gula karena tidak mengandung nutrisi seperti pada pemanis karbohidrat misalnya sukrosa, D-fruktosa, D-glukosa, dll. Akan tetapi, poliols umumnya dimasukkan ke dalam golongan gula karena

hubungan biokemikalnya. Polioliol dapat dibentuk dari gula dan dapat diubah menjadi gula (aldoses dan ketoses).²⁷

Xylitol merupakan produk alami yang berasal dari metabolisme glukosa dari manusia/hewan serta hasil metabolisme dari beberapa tanaman dan mikroorganisme.²⁷ Xylitol tidak dimetabolisme oleh hampir semua mikroorganisme kariogenik, seperti *Streptococcus*. Oleh karena itu, xylitol menyebabkan penurunan pH plak di dalam rongga mulut minimal. Hal ini berbeda dengan gula atau gula alkohol lain yang umumnya menyebabkan karies gigi.²⁸

Saat ini xylitol dapat dijumpai dalam beberapa bentuk antara lain pemanis dalam permen dan permen karet, pasta gigi, obat kumur, serta produk pharmaceutical.^{29,30} Produk-produk ini efektif sebagai agen untuk mencegah terjadinya karies gigi.²⁹

Sifat kimia dan fisik dari xylitol berwarna putih, berbentuk serbuk kristalin, dan tidak berbau. Berat molekulnya adalah 152. Xylitol memiliki titik didih 215-217° C (pada 1 mmHg) dan dalam bentuk kristal xylitol memiliki titik leleh 93-94°C. Kapasitas xylitol untuk menyerap air cukup besar jika kelembabannya relatif lebih rendah dari 80%. Viskositas xylitol bervariasi sesuai dengan temperatur dan konsentrasinya. Xylitol lebih manis daripada sukrosa, manitol, dan sorbitol. Dibandingkan dengan glukosa, xylitol mengalami absorpsi ke dalam tubuh yang lebih lambat. Oleh karena itu, kenaikan glukosa darah yang tiba-tiba dapat dihambat.²⁷ Xylitol juga memiliki efek dingin di dalam mulut.⁷

Penyerapan xylitol di dalam tubuh terjadi lebih lambat karena tidak adanya sistem transport yang spesifik terhadap xylitol pada mukosa intestinal. Akibatnya, jika seseorang mengonsumsi xylitol dalam dosis besar, maka sepertiganya akan diabsorpsi dan dua pertiganya akan mencapai bagian distal dari saluran intestinal. Lalu xylitol akan dihancurkan oleh bakteri.²⁷

Xylitol yang sebaiknya dikonsumsi adalah sebanyak 200 gram atau lebih tanpa mengakibatkan efek samping terjadinya diare. Penggunaan xylitol untuk dental yang direkomendasikan bervariasi antara 1 – 20 gram

per hari, umumnya 4 – 10 gram.^{7,11} Konsumsi xylitol sebanyak 20 % dari makanan per hari merupakan dosis yang tinggi dan dapat mengakibatkan terbentuknya batu pada kandung kemih dan tumor.¹¹

Xylitol di dalam rongga mulut bekerja dalam beberapa cara. Cara pertama adalah xylitol menurunkan keadhesifan dari bakteri *Streptococcus mutans* dan mengurangi jumlah plak.⁷ Cara kedua adalah dengan menaikkan pH rongga mulut. Hal ini disebabkan karena bakteri tidak dapat berkembang dari xylitol, akibatnya jumlah mereka akan menurun sehingga produk asam hasil fermentasi bakteri berkurang. Cara yang terakhir adalah dengan berperan dalam remineralisasi.⁷ Jika terlalu banyak gula yang dikonsumsi, saliva tidak dapat menjadi pertahanan karena pH dalam mulut menurun. Dengan adanya xylitol, produk asam bakteri akan menurun sehingga saliva dapat menjadi pertahanan terhadap bakteri mikroorganisme yang mengganggu kesehatan mulut.⁸

Xylitol berdampak positif terhadap gigi geligi karena xylitol merupakan jenis gula yang tidak dapat difermentasikan oleh bakteri di dalam mulut, sehingga perkembangan bakteri di dalam mulut berkurang. Penurunan produk asam yang dihasilkan oleh bakteri *Streptococcus* dan *Lactobacillus* dapat berkurang hingga 90%. Berdasarkan penelitian sebelumnya, saliva yang mengandung xylitol memiliki sifat lebih basa dibandingkan saliva yang distimulasi oleh gula lainnya. Setelah mengkonsumsi produk xylitol, konsentrasi asam amino dan amonia di dalam saliva serta plak akan naik. Ketika pH lebih dari 7 maka garam fosfat dan kalsium yang ada dapat berpartisipasi untuk memperbaiki email yang rusak. Oleh karena itu, email yang lunak dan kekurangan kalsium akan kembali mengeras.²⁷

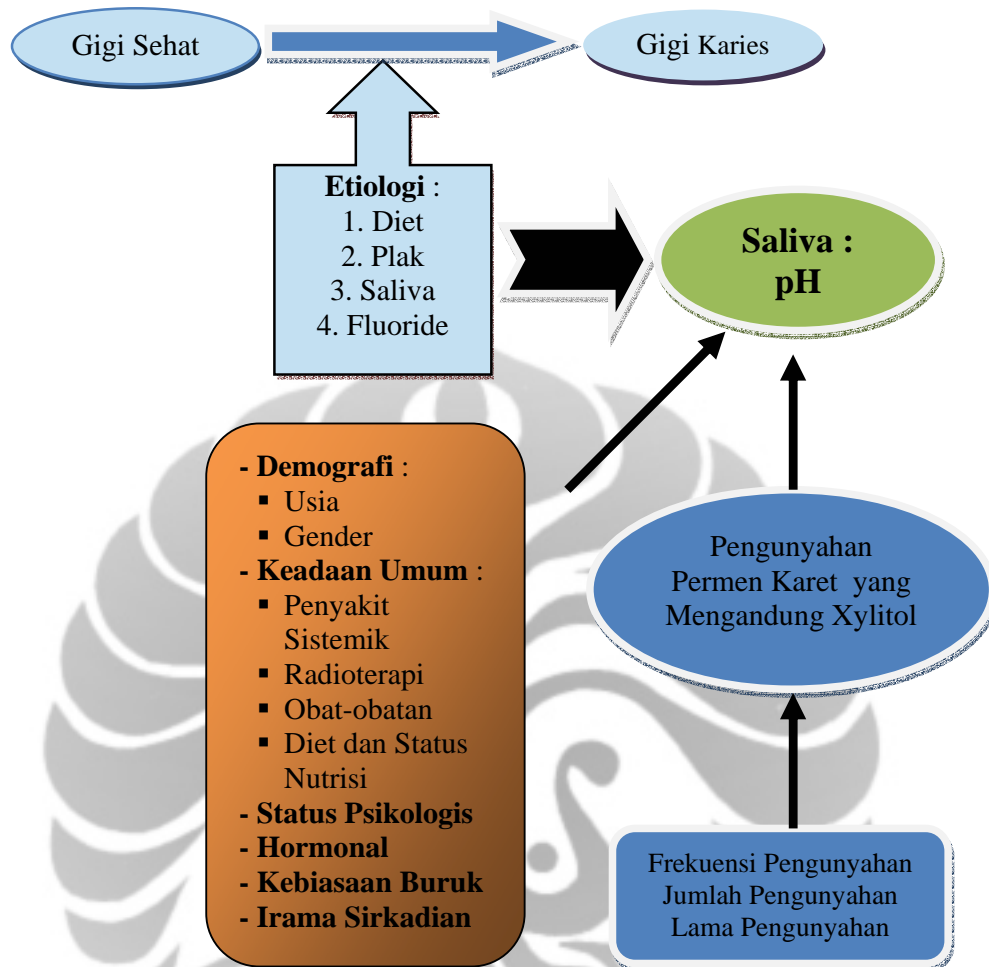
Karena adanya ekstra hidrogen pada molekul xylitol, xylitol tidak membuat peningkatan pembentukan asam laktat. Oleh karena itu, kebanyakan bakteri plak tidak dapat memfermentasi xylitol menjadi produk akhir yaitu asam yang kariogenik.⁷

Imfield mengklasifikasikan kemampuan xylitol dalam mencegah karies menjadi dua, yaitu pasif dan aktif. Sifat pasif berarti xylitol

memiliki sifat tidak dapat difermentasikan oleh mikroorganisme oral sedangkan sifat aktif berarti xylitol dapat mengganggu kerja metabolisme, pertumbuhan, dan adhesi dari bakteri oral.⁷ Xylitol dengan konsentrasi yang tinggi akan membentuk kompleks dengan Ca^{2+} lalu berpenetrasi ke dalam email yang terdemineralisasi. Kemudian mengganggu proses demineralisasi.⁵



2.4. KERANGKA TEORI



Gambar 2.4. Kerangka Teori

Karies dapat terjadi karena beberapa faktor antara lain penggunaan fluoride, diet, plak, dan saliva. Salah satu faktor dari saliva yang berperan adalah pH saliva. pH saliva ini dipengaruhi oleh usia, gender, penyakit sistemik, radioterapi, penggunaan obat-obatan, status psikologis, hormonal, diet dan status nutrisi, irama sirkadian, kebiasaan buruk, dan pengunyahan permen karet khususnya dalam hal ini adalah permen karet yang mengandung xylitol.