

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA & KERANGKA TEORI

2.1 Karies

2.1.1 Definisi Karies

Karies adalah suatu proses hilangnya ion-ion mineral secara kronis dan terus menerus dari jaringan gigi seperti, email, dentin, dan sementum, serta diikuti oleh proses disintegrasi materi organik gigi, yang sebagian besar distimulasi oleh adanya beberapa flora bakteri dan produk-produk yang dihasilkannya.^{4,8} Proses ini bermula pada tahap yang hanya bisa terlihat melalui bantuan mikroskop, dan dapat berkembang hingga memperlihatkan adanya lesi bercak putih (white spot lesion) pada email atau melunaknya sementum pada akar gigi.⁴ Pada tahap ini, proses karies dapat dihentikan sehingga lesi karies bersifat inaktif.⁸ Kegagalan dalam mengintervensi dan menghentikan proses ini akan menyebabkan kavitas pada gigi, yang dapat berlanjut pada kerusakan ireversibel pulpa gigi oleh aktivitas bakteri.⁴

2.1.2 Etiologi Karies

Etiologi dari karies gigi adalah multifaktorial, yakni terdapat berbagai faktor yang terjadi secara bersamaan dan mendukung untuk terbentuknya lesi karies pada gigi.^{4,8} Diantara faktor-faktor tersebut, terdapat 5 faktor yang berpengaruh besar terhadap pembentukan lesi karies, yaitu:

- Akumulasi dan retensi plak pada gigi yang meningkatkan kesempatan proses fermentasi karbohidrat oleh bakteri asidogenik yang terdapat dalam *oral biofilm* sehingga menyebabkan terbentuknya asam-asam organik pada gigi dan plak.⁴ *Oral biofilm* sendiri adalah gabungan plak, pelikel, dan bakteri.⁴ Pelikel merupakan lapisan film yang terdiri dari sebagian besar glikoprotein yang diendapkan dari saliva dan terbentuk pada permukaan email gigi segera setelah pembersihan gigi.⁸ Sifatnya yang lengket membantu perlekatan bakteri-bakteri tertentu seperti streptococcus pada permukaan gigi.⁸ Ketika bakteri tersebut sudah melekat pada pelikel, plak pertama akan terbentuk. Sehingga, plak adalah deposit bakteri yang melekat dan terbentuk pada semua permukaan gigi.^{8,9} Plak tersebut juga

merupakan tempat penghasil metabolit bakteri.⁹ Bakteri-bakteri tersebut tidak hanya penghasil asam (asidogenik), tetapi juga dapat berkembang dengan baik pada lingkungan asam (asidurik).⁹ Plak-plak yang tebal dapat terbentuk pada daerah *pits* dan *fissures* gigi, daerah interproksimal, dan pada permukaan restorasi yang *overcontoured* atau kasar.⁴ Upaya untuk membersihkan daerah-daerah tersebut dari plak secara mekanis tidak begitu efektif sehingga seringkali menjadi tempat terbentuknya lesi karies.⁴

- Frekuensi konsumsi makanan berkarbohidrat yang sangat berpengaruh terhadap tingkat resiko karies seseorang. Terdapat bukti kuat bahwa frekuensi makan lebih mempengaruhi pembentukan lesi karies daripada jumlah makanan karbohidratnya.⁴ Bakteri-bakteri yang terkandung dalam plak akan memfermentasikan karbohidrat sehingga menghasilkan asam organik lemah yang hanya dapat menyebabkan demineralisasi kronis tingkat rendah. Tetapi dengan tingkat frekuensi konsumsi karbohidrat yang tinggi dalam jangka waktu yang lama, atau terdapat defisiensi pada faktor pelindung alami *host*, perkembangan lesi karies akan berlipat ganda.⁴
- Frekuensi pajanan terhadap makanan dan minuman bersifat asam yang juga dapat meningkatkan tingkat pembentukan karies dan erosi. Minuman *soft drinks* berkarbonat, *sport drinks*, jus buah merupakan contoh minuman yang memiliki sifat asam tinggi. Dengan frekuensi yang tinggi, atau waktu pajanan yang cukup lama terhadap makanan dan minuman tersebut, proses demineralisasi akan berlangsung dengan cepat.⁴
- Faktor protektif alami terhadap karies seperti pelikel, saliva, dan plak yang tidak mengandung bakteri asidogenik.⁴
- Faktor fluorida dan elemen-elemen lainnya yang dapat mengontrol perkembangan dari aktivitas lesi karies.⁴

2.1.3 Mekanisme Proses Karies

Dalam keadaan normal, pertukaran ion mineral antara permukaan gigi dengan biofilm mulut senantiasa terjadi setiap kali makan dan minum.⁴

Komponen mineral gigi, yakni HA (hidroksiapatit) berada dalam kondisi seimbang dengan saliva yang tersaturasi oleh ion Ca^{2+} dan ion PO_4^{3-} .⁴

Pada beberapa percobaan *in vitro*, ketika pH dalam mulut pada kisaran pH 4.0-5.5 hidroksiapatit pada email mulai terkikis dan larut; ini merupakan pH kritis untuk HA.^(4, 9) Ion H^+ bereaksi dengan ion PO_4^{3-} dalam saliva yang berada dekat dengan permukaan kristal gigi. Proses ini menyebabkan perubahan ion PO_4^{3-} menjadi HPO_4^{2-} . Keseimbangan normal HA dengan saliva menjadi terganggu sehingga kristal HA pada gigi larut, proses ini dikenal dengan demineralisasi.⁴

Proses sebaliknya, atau remineralisasi, dapat terjadi ketika pH mulut dinetralisir karena adanya ion Ca^{2+} dan PO_4^{3-} dalam jumlah yang mencukupi.⁴ Dalam hal ini, kristal-kristal hidroksiapatit yang telah larut dapat dikembalikan ke dalam struktur gigi. Remineralisasi juga dibantu oleh ion fluoride yang dapat bereaksi dengan hidroksiapatit untuk membentuk fluoroapatit (FA), yang memiliki pH kritis 4,5 sehingga bersifat lebih tahan terhadap serangan asam.⁴

2.1.4 Proses Karies

2.1.4.1 Lesi Email Awal

Lesi email awal dikenal pula dengan “white spot lesion” karena secara klinis lesi ini terlihat sebagai bercak yang berwarna putih pada gigi.⁸ Lesi ini terjadi akibat level pH pada permukaan gigi lebih menurun dan tidak dapat diimbangi dengan proses remineralisasi. Ion-ion asam dapat berpenetrasi ke dalam lapisan prisma yang porus sehingga menyebabkan demineralisasi dibawah permukaan gigi. Sedangkan permukaan gigi di atasnya tetap utuh karena adanya peningkatan level ion Ca^{2+} , HPO_4^{2-} , fluoride, dan kapasitas dapar oleh saliva.⁴

Karakteristik klinis dari lesi email awal adalah sebagai berikut:

- Hilangnya gambaran translusen normal email yang menampilkan gambaran putih seperti kapur dan terlihat dalam keadaan kering
- Lapisan permukaan ini rentan dan rapuh terhadap *probing*, khususnya di daerah *pits* dan *fissures*
- Terjadinya peningkatan porositas pada bagian sub-permukaan dengan peningkatan potensi terjadinya noda

- Terjadinya penurunan densitas sub-permukaan, yang bisa dideteksi melalui gambaran radiograf atau transiluminasi
- Memiliki potensi untuk remineralisasi, dengan kemampuan bertahan terhadap pajanan asam yang lebih tinggi apabila dibantu dengan perawatan remineralisasi tertentu.⁴

Ukuran lesi sub-permukaan ini dapat berkembang sampai lapisan dentin dibawahnya ikut terlibat dan terdemineralisasi. Pada keadaan ini, permukaan gigi bisa saja masih utuh dan lesi bisa dianggap reversibel.⁴

2.1.4.2 Lesi Mahkota Lanjut

Apabila ketidakseimbangan antara laju proses demineralisasi dengan laju proses remineralisasi berlanjut, permukaan lesi awal akan runtuh akibat dari pelarutan apatit atau fraktur dari kristal yang sudah melemah sehingga menghasilkan kavitas. Bakteri dalam plak akan mudah masuk kedalam kavitas dan proses remineralisasi pada tahap ini akan semakin sulit serta kurang efektif. Dentin/Pulpa kompleks akan lebih berperan karena pulpa akan menghasilkan respon terhadap invasi asam pada tubuli dentin yang paling luar.⁴

2.1.4.3 Karies Dentin

Ketika demineralisasi telah berlanjut hingga dentin dan bakteri berada dalam kavitas secara permanen, lesi dapat dengan mudah berkembang dengan sendirinya didalam dentin. Demineralisasi masih dikontrol oleh diet substrat tetapi bakteri juga dapat memproduksi asam untuk melarutkan hidroksiapatit pada dentin yang lebih dalam. Oleh karena itu terdapat daerah demineralisasi yang tidak mengandung bakteri didalamnya.⁴

Tekstur dan warna dentin akan berubah seiring dengan perkembangan lesi. Tekstur dentin akan lebih lunak, sementara warna dentin akan lebih gelap karena noda dari produk bakteri ataupun makanan dan minuman yang dikonsumsi.⁴

2.1.5 Pencegahan Karies

Karies gigi terjadi ketika laju proses demineralisasi melebihi laju proses remineralisasi, khususnya pada kondisi pH kritis.¹⁰ Oleh karena itu, perlu

dilakukan upaya-upaya pencegahan agar laju proses remineralisasi dapat kembali seimbang dengan laju proses demineralisasi. Selain itu karena karies gigi disebabkan oleh berbagai faktor, upaya pencegahan harus dilakukan secara multifaktorial pula.

2.1.5.1 Penilaian Faktor Diet

Ini merupakan faktor kariogenik paling umum dan signifikan. Ion asam yang senantiasa dihasilkan oleh bakteri plak akibat fermentasi karbohidrat lambat laun akan menghilangkan kapasitas dapar saliva, dan laju proses remineralisasi tidak akan efektif untuk menyeimbangkan laju proses demineralisasi.¹⁰ Penilaian secara menyeluruh terhadap diet sebaiknya dilakukan untuk menentukan makanan apa saja yang dinilai paling kariogenik untuk dicarikan alternatifnya.¹⁰ Kontrol diet dalam pencegahan karies sangat bergantung dari kemauan pasien sendiri.¹¹ Tugas dari dokter gigi adalah memberikan informasi yang cukup mengenai makanan dan minuman yang baik untuk kesehatan gigi sekaligus memberikan dukungan dan motivasi terhadap pasien untuk memodifikasi pola makan mereka yang kariogenik.^{10,11}

2.1.5.2 Penilaian dan Peningkatan Kebersihan Mulut

Karies merupakan proses dimana bakteri plak berinteraksi dengan diet dan host. Tanpa plak maka lesi karies tidak akan berkembang.⁸ Oleh karena itu, kontrol plak cukup penting dalam upaya pencegahan karies. Salah satu bentuk kontrol plak adalah secara mekanis, yaitu menyikat gigi di pagi hari baik sebelum ataupun sesudah makan dan di malam hari sebelum tidur. Bahkan jika pasien sarapan dengan makanan atau minuman mengandung asam, pasien dianjurkan untuk sikat gigi sebelum makan untuk mencegah erosi. Sikat gigi sebelum tidur dianjurkan karena pada saat tidur laju aliran saliva sangat rendah dan kapasitas dapar saliva menghilang. Namun beberapa penelitian menunjukkan bahwa menyikat gigi yang tidak dilakukan secara efisien terbukti hanya mengurangi sedikit dari perkembangan karies.¹⁰ Karena plak bersifat translusen dan memiliki warna sewarna gigi, kadang pasien tidak dapat membersihkan plaknya secara

menyeluruh.⁸ Penggunaan *disclosing agent* dapat membantu pasien untuk melihat letaknya plak.⁸

Kontrol plak dapat juga dilakukan secara kimiawi dengan cairan antiseptik. Terdapat berbagai cairan obat kumur untuk mengurangi bakteri mulut, dan yang paling efektif adalah klorheksidin glukonat. Perlu ada perhatian terhadap penggunaan cairan obat kumur yang mengandung alkohol tingkat tinggi, karena zat ini menyebabkan dehidrasi pada jaringan mukosa dan menurunkan laju aliran saliva. Penelitian terbaru membuktikan bahwa obat kumur yang mengandung 10% *povidone-iodine* dapat menurunkan jumlah bakteri saliva, khususnya pada anak.¹⁰

2.1.5.3 Penilaian dan Peningkatan Faktor Perlindungan Saliva

Defisiensi kemampuan perlindungan saliva biasanya diakibatkan oleh penurunan sekresi saliva. Penurunan ini ditandai oleh beberapa keadaan misalnya mukosa mulut yang kering, pasien yang terlihat sering membasahi bibirnya, pasien yang merasa sering kehausan, pasien dengan tingkat karies tinggi pada giginya tetapi memiliki OH mulut yang baik dan memiliki diet yang non-kariogenik, konsumsi obat-obatan yang menurunkan laju aliran saliva, dan penyakit sistemik yang mempengaruhi produksi saliva. Upaya peningkatan laju aliran saliva bisa menjadi hal yang sulit, khususnya yang diakibatkan oleh penyakit sistemik. Salah satu cara untuk mengatasinya adalah dengan menyuruh pasien mengkonsumsi permen karet tanpa gula atau permen karet dengan pemanis anti karies seperti xylitol. Memberikan pilocarpine juga dapat membantu meningkatkan laju aliran saliva tetapi bisa mengakibatkan alergi.¹⁰

2.2 Saliva

2.2.1 Definisi dan Komposisi Saliva

Secara umum, saliva berarti cairan yang berada diantara semua jaringan keras dan jaringan lunak dalam mulut.¹² Cairan saliva adalah gabungan dari berbagai cairan dan komponen yang dihasilkan oleh beberapa sumber ke dalam rongga mulut.^{11,12} Adapun sumber-sumber penghasil cairan saliva adalah kelenjar saliva mayor, kelenjar saliva minor, cairan *crevicular*, mikro-organisme mulut, dan komponen dari makanan yang dikonsumsi.^{11,12}



Gambar 2.1 Muara duktus Wharton¹³

Panah kuning menunjukkan daerah muara duktus Wharton, yang merupakan duktus kelenjar submandibula.

Kelenjar saliva mayor terdiri atas kelenjar parotid, submandibula, dan sublingual. Setiap kelenjar memiliki duktus atau saluran kelenjarnya masing-masing yang bermuara di lokasi yang berbeda. Kelenjar parotid merupakan sepasang kelenjar saliva terbesar yang berada disekitar ramus mandibula kanan dan kiri. Duktus kelenjar parotid adalah duktus Stenson yang bermuara dekat gigi molar 2 rahang atas kanan dan kiri. Kelenjar submandibular berada dibawah mandibula dengan ukuran sedang. Duktusnya dinamakan duktus Wharton yang keluar di sisi-sisi frenulum lidah (gambar 2.1). Sedangkan kelenjar mayor terkecil adalah kelenjar sublingual. Kelenjar ini memiliki dua saluran yakni duktus Bartholin yang keluar di sebelah duktus Wharton, dan duktus Rivainian yang keluar di *sublingual fold* (gambar 2.2).¹⁴ Sifat dari kelenjar saliva dan sekresinya ditentukan oleh tipe sel sekretori yaitu serosa, mukoserosa, dan mukus. Produksi dari kelenjar serosa menghasilkan saliva yang encer sedangkan kelenjar mukus menghasilkan saliva yang kental. Kelenjar parotid merupakan kelenjar serosa sedangkan kelenjar sublingual dan submandibular merupakan kelenjar mukoserosa. Kelenjar saliva minor merupakan kelenjar mukus sehingga saliva yang dihasilkan kental.¹⁴

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 yang ada dalam saliva mempengaruhi proses remineralisasi email serta pembentukan kalkulus dan plak bakteri. Ion

bikarbonat yang terkandung di dalam saliva berperan penting dalam kapasitas dapar saliva. Konsentrasi ion fluor saliva sangat dipengaruhi oleh terpajannya lingkungan mulut terhadap bahan makanan dan minuman yang mengandung ion fluor. Seseorang yang hidup di lingkungan dengan air minum rendah fluor ($< 10\mu\text{mol/L}$) memiliki konsentrasi fluor dalam saliva kurang dari $1\mu\text{mol/L}$. Jika air minumnya mengandung fluor dalam konsentrasi tinggi, maka salivanya juga mengalami peningkatan konsentrasi ion fluor.^{15,16}



Gambar 2.2 Muara duktus Rivainian¹⁷
Panah menunjukkan daerah *sublingual fold* yang merupakan tempat bermuara duktus Rivainian dari kelenjar sublingual.

Sedangkan komponen organik utama adalah protein dan musin. Selain itu ditemukan juga lipid, glukosa, asam amino, urea, amoniak, dan vitamin. Komponen organik ini dapat ditemukan dari metabolisme zat bakteri dan makanan.¹⁵ Protein yang terdapat dalam saliva dapat dikelompokkan menurut fungsinya seperti, fungsi antimikroba, fungsi dalam mencegah presipitasi kalsium fosfat, dan fungsi untuk meningkatkan pH dalam mulut.¹⁸ Tabel 2.1 menunjukkan protein-protein penting dalam saliva beserta fungsinya masing-masing.

Tabel 2.1 Jenis Protein di dalam Saliva dan Fungsinya^{15,18}

Jenis Protein	Fungsi
α -amilase	Mengubah tepung kanji dan glikogen menjadi satu kesatuan karbohidrat, serta membantu proses pencernaan polisakarida
Lisosim	Bersifat antimikroba dengan menghidrolisis ikatan di lapisan peptidoglikan pada dinding sel bakteri Gram-positif
Kalikrein	Merusak sebagian protein tertentu seperti faktor XII dalam proses pembekuan darah
Saliva peroksidase dan myeloperoksidase	Merupakan sistem antimikroba dan memberi perlindungan sel dan protein host dari toksisitas hidrogen peroksida
Protein kaya-prolin	Membentuk pelikel pada email gigi dan menggumpalkan bakteri tertentu, serta menghambat presipitasi garam kalsium fosfat
Musin	Meningkatkan viskositas saliva dan mencegah kekeringan dalam mulut
Imunoglobulin	Sistem imun spesifik yang bekerja dengan mengagregasi bakteri, khususnya terhadap molekul bakteri adhesin atau glucosyltransferase
Aglutinin	Merupakan glikoprotein yang memiliki kapasitas untuk menggumpalkan bakteri
Statherin	Mencegah perlekatan ion-ion kalsium dan fosfat agar tidak menjadi presipitasi
Laktoferin	Mengikat ion Fe^{3+} yang diperlukan untuk pertumbuhan bakteri
Gustin	Proses kesadaran pengecap
Sialin	Memiliki arginine yang berfungsi untuk meningkatkan pH saliva

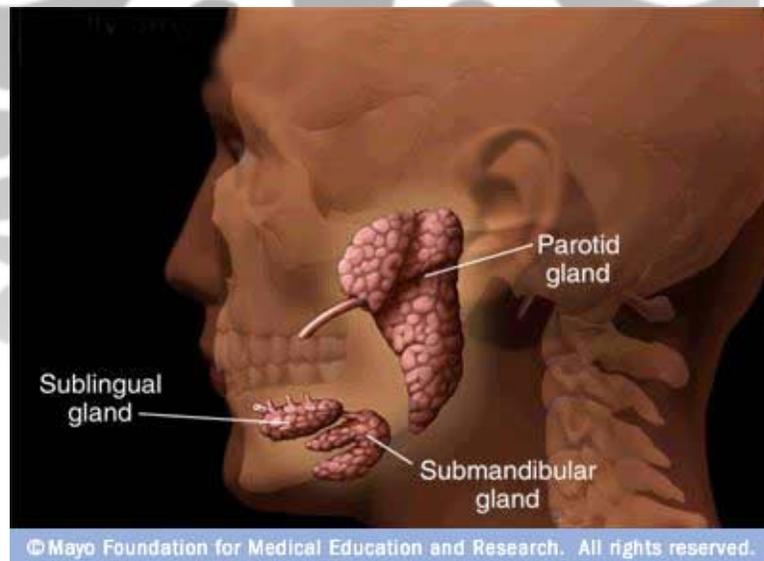
2.2.2 Fungsi Saliva

Fungsi saliva yang paling utama adalah melindungi gigi terhadap serangan asam yang dihasilkan oleh bakteri kariogenik. Komponen saliva yang secara khusus berfungsi melindungi gigi dari serangan asam antara lain adalah:¹⁹

- 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-} secara khusus menghasilkan kapasitas dapar pada pH istirahat dan pada tahap awal serangan asam
- Pelikel yang merupakan lapisan glikoprotein saliva yang bekerja melapisi permukaan gigi dapat melindungi gigi dari serangan asam. Lapisan ini menjaga agar asam tidak dapat berdifusi ke dalam gigi dan membatasi mineralisasi apatit yang berlebih yang dapat menyebabkan timbulnya kalkulus

- Ion bikarbonat berfungsi sebagai kapasitas dapar saliva terstimulasi
- Laju aliran saliva yang dapat membantu membersihkan debris dan mikro-organisme
- Ion fluor yang berkontribusi dalam perbaikan gigi dan perlindungan gigi. Jumlah ion fluoride normal di dalam saliva hanya 0,3 ppm, tetapi dapat meningkat dengan penggunaan *topical flouride*, pasta gigi, dll.

Selain mekanisme alami host dalam pencegahan karies, saliva juga memiliki beberapa fungsi yang tidak kalah pentingnya. Salah satunya adalah sebagai pelumasan dalam proses pengunyahan dan bicara. Selain itu, saliva berperan sebagai pelarut ion dan protein dalam membantu indera pengecap. Saliva juga mengandung beberapa komponen seperti *growth factor*, enzim amylase, dan lipase. Kandungan *growth factor* berguna untuk menjaga kesehatan dari jaringan lunak mulut dan membantu proses penyembuhan luka. Sedangkan kandungan enzim amylase dan lipase membantu dalam proses pencernaan, khususnya karbohidrat.¹⁹



Gambar 2.3 Kelenjar Saliva Mayor²⁰

2.2.3 Laju Aliran Saliva

Laju aliran saliva merupakan salah satu ukuran penting dalam menentukan kuantitas saliva yang dihasilkan. Tanpa ada jumlah saliva yang mencukupi, maka fungsi saliva sebagai dapar dan pertahanan terhadap asam juga tidak optimal. Laju

aliran saliva istirahat dan kualitas saliva sangat dipengaruhi oleh waktu dan berubah sepanjang hari.^{4,19} Terdapat peningkatan laju aliran saat terbangun hingga mencapai tingkat maksimal pada siang hari, serta menurun drastis ketika tidur.¹⁹

Saliva yang tidak terstimulasi biasanya memiliki laju aliran yang rendah, dan mengandung sedikit sistem dapar bikarbonat. Dengan adanya refleks stimulasi melalui pengunyahan atau adanya makanan asam, laju aliran saliva dapat meningkat 10 kali lipat atau lebih.⁴

Efek anti-karies dari laju aliran saliva ada kaitannya dengan kemampuan saliva dalam melarutkan dan menghilangkan substrat bakteri seperti sukrosa, atau yang lebih dikenal dengan *salivary clearance*. Semakin tinggi laju aliran saliva, maka makin tinggi pula laju *salivary clearance*-nya.¹⁸ Nilai pH plak juga dapat memberikan informasi mengenai *salivary clearance* dan laju aliran saliva, walaupun hubungan ini dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor yang lain.²¹ Penelitian yang dilakukan oleh Abelson dan Mandel (1981) memperlihatkan nilai respons pH plak terhadap perlakuan kumur-kumur sukrosa pada kelompok rentan karies tidak jauh berbeda dengan kelompok resisten karies jika saliva dipisahkan dari plak.²¹ Ketika saliva diberi akses terhadap plak saat perlakuan, maka kelompok resisten karies memiliki nilai respons pH yang berbeda. Dapat disimpulkan bahwa saliva memiliki pengaruh terhadap perkembangan karies. Selain itu, terdapat bukti mengenai pengembalian pH plak yang sangat cepat oleh saliva ketika konsumsi makanan asidogenik langsung diikuti dengan makanan non-asidogenik seperti keju dan kacang. Hal ini disebabkan oleh stimulasi saliva akibat pengunyahan makanan non-asidogenik tersebut.²¹

Dalam rongga mulut, volume saliva minimum setelah menelan disebut volume residual. Volume saliva ini tersebar dalam bentuk film tipis dengan ketebalan rata-rata 0,1 mm. Jika sukrosa dalam jumlah sedikit dilarutkan dalam volume residual tersebut, maka akan menyebabkan peningkatan konsentrasi sukrosa yang sangat tinggi. Rasa manis dari sukrosa tersebut akan menstimulasi kelenjar saliva untuk merespon. Respon tersebut terjadi dalam beberapa detik, yang ditandai dengan peningkatan laju aliran saliva. Volume saliva pada akhirnya akan terus meningkat sampai terjadinya penelanan. Proses penelanan ini membantu mengurangi konsentrasi sukrosa dalam mulut. Sukrosa yang masih

tersisa dalam mulut kemudian secara progresif akan dilarutkan oleh saliva yang disekresikan. Tahapan-tahapan ini akan terus berulang sampai terjadi adaptasi terhadap rasa manis yang dihasilkan oleh sukrosa tersebut. Jika konsentrasi dari sukrosa sudah di bawah batas ambang rasa manis tersebut, maka laju aliran saliva tidak terstimulasi lagi.¹⁸

Aliran dari saliva distimulasi dengan rasa dan pengunyahan, termasuk dari rasa permen karet yang mengandung xylitol dan pengunyahannya. Peningkatan laju aliran saliva akan meningkatkan pH karena adanya ion bikarbonat sehingga kapasitas dapar juga akan meningkat. Ion kalsium dan fosfat juga meningkat sehingga akan terjadi keseimbangan antara demineralisasi dan remineralisasi.¹⁹

Dalam keadaan istirahat atau tidak terstimulasi, pasien normal memiliki laju aliran saliva 0,3-0,4 mL/menit.^{19,22} Jumlah sekresi saliva per hari tanpa distimulasi adalah 300 mL.²² Sedangkan ketika tidur selama 8 jam, laju aliran saliva hanya sekitar 15 mL. Dalam kurun waktu 24 jam, saliva rata-rata akan terstimulasi pada saat makan selama 2 jam. Lalu saliva berada dalam kondisi istirahat selama 14 jam, dengan total produksi saliva 700-1500 mL. Sisanya merupakan saliva dalam kondisi tidur.¹⁹ Ketika saliva distimulasi, laju aliran saliva meningkat hingga mencapai 1,5-2,5 mL/menit. Pasien dapat dikatakan xerostomia jika saat terstimulasi laju aliran saliva kurang dari 0,7 mL/menit.¹⁰

Terdapat berbagai mekanisme yang mempengaruhi tingkat laju aliran saliva. Sekresi saliva merupakan akibat dari impuls refleks saraf dan pelepasan neurotransmitter dari ujung saraf kelenjar saliva. Saraf otonom simpatis dan parasimpatis merupakan 2 mekanisme utama yang mengatur laju aliran saliva. Selain itu terdapat pula stimulus taktil dan pengecap dari lidah dan mukosa mulut yang ikut berperan.¹⁹ Tindakan pengunyahan akan mengakibatkan impuls saraf ke saraf trigeminal, fasial, dan glosofaringeal. Sensasi pengecapan mencetuskan aksi potensi dari kemoreseptor pada kuncup kecap. Stimulus kemoreseptor ini berasal dari rasa manis, asam, dll. Refleks *masticatory-salivary* meliputi input sensori yang umumnya berasal dari reseptor mekanis dalam mulut. Reseptor ini sebagian besar adalah mekanoreseptor pada ligamen periodontal, namun proprioceptor lain pada inervasi trigeminal termasuk bundel otot pengunyahan dan stimulus nosiseptif mulut juga dapat berkontribusi. Stimulus pada saraf parasimpatis

mengakibatkan pelepasan air dan ion, tetapi bukan protein. Sedangkan stimulus saraf simpatis mengakibatkan pelepasan protein yang bergabung dengan pelepasan sel-sel acinar. Sedangkan refleks *gustatory-salivary* menggunakan sinyal sensori dari kemoreseptor yang teraktivasi oleh pengecapan di *kuncup kecap* daerah papilla lingual dan tonsil, epiglottis, dinding faringeal dan esofagus.²³

Terdapat beberapa hal yang dapat mempengaruhi tingkat laju aliran saliva, yakni:

- 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.⁸
- 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
- 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.¹⁵
- Penyakit.
Segala penyakit yang menyerang kelenjar liur seperti infeksi akut dan kronis kelenjar liur, tumor jinak dan ganas, sindrom Sjorgen dapat menyebabkan xerostomia yang dapat menurunkan bahkan menghilangkan kemampuan saliva dalam melindungi gigi.⁸
- Radioterapi.

Terpapannya kelenjar saliva terhadap radiasi ketika dilakukannya radioterapi neoplasma didaerah kepala dan leher biasanya mengakibatkan penurunan laju aliran saliva, hingga kurang dari 0,1 mL/menit. Jika kelenjar parotid terlibat, maka akan ada peningkatan total protein yang mengakibatkan sekresi menjadi lebih kental.⁸

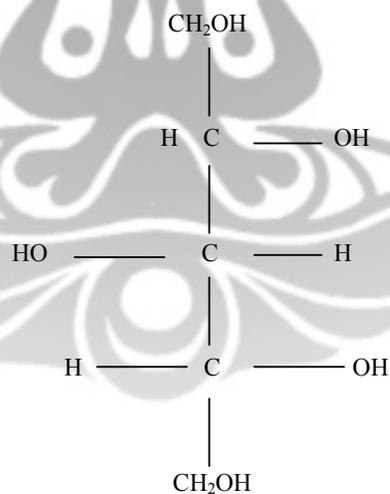
- Obat-obatan.
Penggunaan beberapa obat dapat mempengaruhi laju aliran dan komposisi saliva. Obat-obatan tersebut seperti antidepresan, antipsikotik, obat penenang, hipnotika, antihistamin, antikolinergik, antihipertensi, obat diuretik, anti Parkinson, dan obat pengurang nafsu makan.⁸
- Status psikologis.
Pada keadaan-keadaan tertekan akan terjadi penurunan sekresi saliva dan pH saliva.¹⁵
- Perubahan Hormonal.
Pada saat menopause, status hormon-hormon kelamin akan berubah. Hal ini membuat sekresi saliva menurun sehingga menurunkan pula laju aliran saliva.¹⁵
- Diet
Diet juga berpengaruh dalam kapasitas dapar saliva. Diet yang kaya karbohidrat akan menurunkan kapasitas dapar karena menaikkan metabolisme produksi asam oleh bakteri-bakteri, sedangkan diet yang kaya sayur-sayuran akan cenderung menaikkan kapasitas dapar.¹⁵
- Irama siang dan malam (irama sirkadian)
pH saliva dan kapasitas daparnya akan tinggi segera setelah bangun (keadaan istirahat), tetapi akan cepat turun. Pada saat setelah makan juga akan tinggi, tetapi dalam waktu 30-60 menit akan turun lagi. Selain itu, sampai malam hari akan naik, lalu kemudian akan turun lagi.¹⁵
- Perangsangan kecepatan sekresi
Hal ini berkaitan dengan ion bikarbonat yang akan meningkat jika terjadi peningkatan dari laju alir saliva sehingga kapasitas dapar dari saliva juga akan meningkat.¹⁵

Tabel 2.2. Medikasi Penyebab Penurunan Aliran Saliva⁸

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

2.3 Xylitol

Xylitol adalah pemanis penta-alkohol yang ditemukan secara alami. Pada buah-buahan dan sayur-sayuran seperti strawberry, selada, jamur, dll, xylitol dapat ditemukan dalam konsentrasi kecil.^{5,11} Manusia juga memproduksi xylitol sebagai hasil metabolisme dalam kuantitas yang sedikit (5-15 g/hari) pada proses metabolisme karbohidrat.⁵ Rasa manis yang dihasilkan xylitol menyerupai rasa manis yang dihasilkan sukrosa. Tingkat energi yang dihasilkan xylitol lebih rendah daripada sukrosa, yakni 2,4 kcal/g.¹¹ Xylitol tersusun atas lima rantai karbon atau pentitol dengan formula $(\text{CHOH})_3(\text{CH}_2\text{OH})_2$.

**Gambar 2.4** Formula kimia xylitol

Xylitol pertama kali ditemukan pada tahun 1890 oleh seorang kimiawan Jerman bernama Emil Herman Fischer yang diambil dari Pohon Birch. Pada waktu yang bersamaan, kimiawan Perancis M. G. Bertrand berhasil mengisolasi sirup xylitol dari jerami gandum dan oat. Sehingga dapat dikatakan bahwa

penemuan bahan xylitol dilakukan oleh kedua peneliti tersebut.⁶ 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 pada tahun 1970, dan ditemukan bahwa xylitol berhasil mengurangi tingkat karies sampai 80-85% dengan dosis 67 g/hari pada penelitian Turku Sugar Studies.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 bahwa penelitian yang dilakukan Turku Sugar Studies telah memberikan bukti bahwa xylitol tidak memiliki efek samping jika dosis rata-rata sebanyak 53 gram per hari dalam jangka waktu periode dua tahun.⁶ Pada waktu yang bersamaan, seorang peneliti Amerika bernama Dr. Walter J. Loesche melakukan eksperimen dengan permen karet yang mengandung xylitol dan membuktikan bahwa xylitol dapat mengurangi jumlah *Streptococcus mutans* pada saliva ke level yang lebih rendah daripada penggunaan fluoride dan placebo. Dr. Loesche membuktikan bahwa xylitol dapat mengurangi jumlah plak *Streptococcus mutans* lebih banyak daripada permen karet sorbitol atau permen karet dengan pemanis fruktosa.²⁵ 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 biokimianya. Poliols dapat dibentuk dari gula dan dapat diubah menjadi gula (aldoses dan ketoses).²⁶

Xylitol merupakan produk alami yang berasal dari metabolisme glukosa dari manusia/hewan serta hasil metabolisme dari beberapa tanaman dan mikroorganisme.²⁶ Xylitol tidak dimetabolisme oleh hampir semua mikroorganisme kariogenik, seperti *Streptococcus sp.* Oleh karena itu, xylitol dipercaya memiliki sifat bakteriostatik, melalui sistem fosfotransferase fruktosa. Xylitol 5-fosfotransferase menghambat pertumbuhan bakteri dengan dua cara: membuat siklus yang tidak berguna dan menghabiskan energi bagi bakteri, dan menghambat metabolisme glukosa oleh bakteri.⁵ Selain itu, terdapat pula efek tambahan fluoride dan xylitol yang menghambat produksi asam laktat dalam sel bakteri. Kemungkinan mekanismenya adalah penurunan pengambilan glukosa, penghambatan proses glikolisis, dan akumulasi hasil metabolisme xylitol.⁵

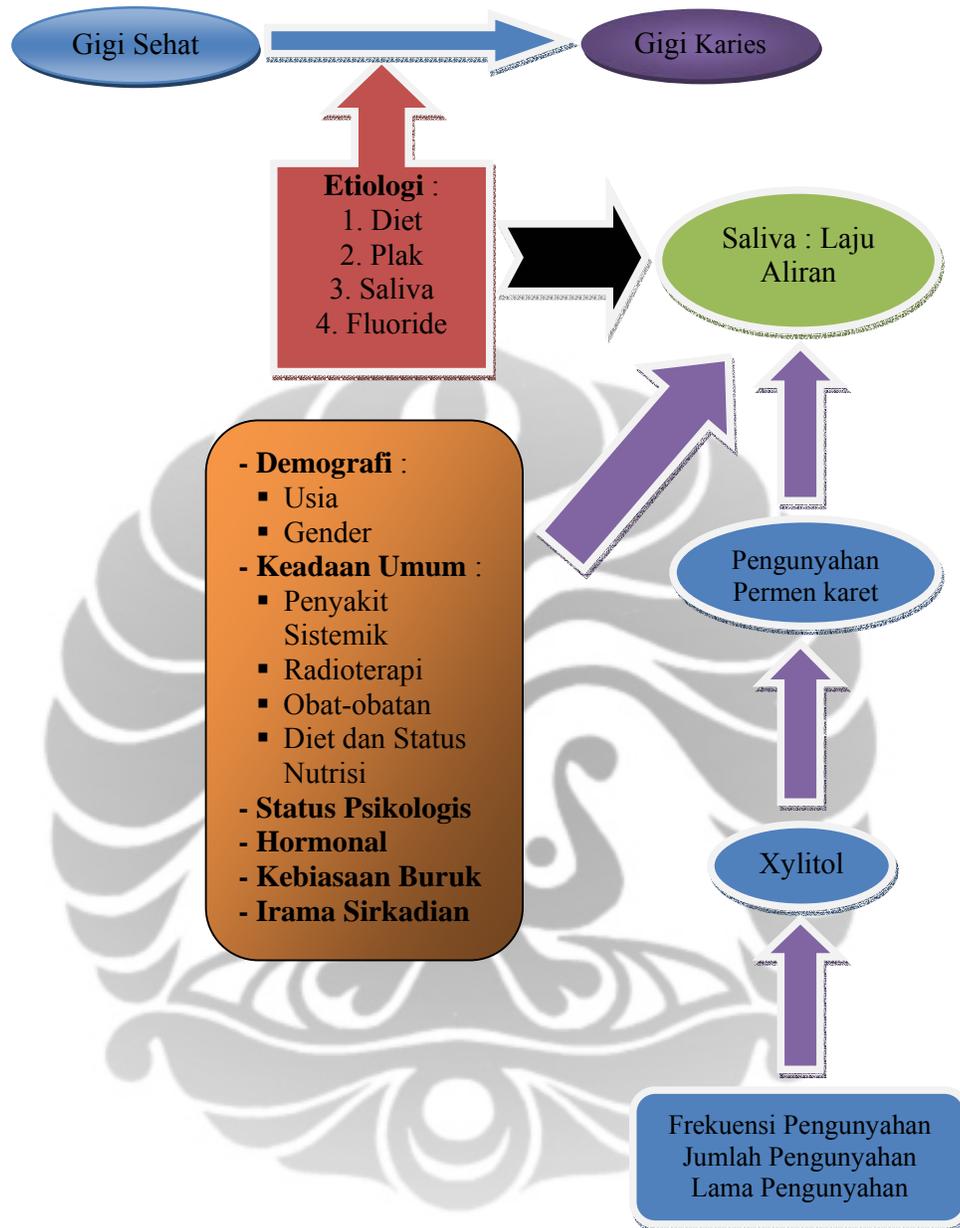
Sifat kimia dan fisik dari xylitol berwarna putih, berbentuk serbuk kristalin, dan tidak berbau. Berat molekulnya adalah 152. Xylitol memiliki titik didih 215-217° C (pada 1 mmHg), sedangkan dalam bentuk kristal stabil xylitol memiliki titik leleh 93-94°C. Kapasitas xylitol untuk menyerap air cukup besar jika kelembabannya relatif lebih rendah dari 80%. Viskositas xylitol bervariasi sesuai dengan temperatur dan konsentrasinya. Xylitol lebih manis daripada sukrosa, sorbitol dan manitol. Dibandingkan dengan glukosa, xylitol mengalami absorpsi ke dalam tubuh yang lebih lambat. Oleh karena itu, kenaikan glukosa darah yang tiba-tiba dapat dihambat.²⁶

Penyerapan xylitol di dalam tubuh terjadi lebih lambat karena tidak adanya system transport yang spesifik terhadap xylitol pada mukosa intestinal. Akibatnya, jika seseorang mengkonsumsi xylitol dalam dosis besar, maka sepertiganya akan diabsorpsi dan dua pertiganya akan mencapai bagian distal dari saluran intestinal dimana xylitol lalu akan dihancurkan oleh bakteri.²⁶ Dosis maksimum xylitol yang sebaiknya dikonsumsi oleh manusia adalah sebanyak 200 gram tanpa mengakibatkan efek samping seperti diare. Penggunaan xylitol untuk kesehatan gigi yang direkomendasikan bervariasi antara 1 – 20 gram per hari, biasanya 6 – 12 gram. Konsumsi xylitol sebanyak 20 % dari makanan per hari merupakan dosis yang tinggi dan dapat mengakibatkan terbentuknya batu pada kandung kemih dan tumor.¹¹

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 ammonia di dalam saliva dan plak akan naik, begitu pula dengan pH plak. Ketika pH lebih dari 7 maka garam fosfat dan kalsium dalam saliva dapat berpartisipasi untuk memperbaiki email yang rusak.²⁶



2.4 Kerangka Teori



Gambar 2.5 Kerangka Teori

Karies gigi disebabkan oleh plak, penggunaan fluoride, diet dan saliva. Salah satu faktor dari saliva yang mempengaruhi adalah laju alir saliva. Laju aliran saliva dipengaruhi oleh usia, gender, penyakit sistemik, radioterapi, obat-obatan, status psikologis, hormonal, diet & status nutrisi, irama sirkadian, kebiasaan buruk, dan pengunyahan permen karet. Permen karet yang saat ini digunakan adalah permen karet yang mengandung xylitol.