

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Menyikat gigi merupakan suatu kontrol plak dan langkah awal untuk mencegah karies. Saat ini kontrol plak telah dilengkapi dengan penambahan bahan aktif yang mengandung bahan dasar alami ataupun sintetik sebagai bahan antibakteri yang tersedia dalam bentuk sediaan obat kumur dan pasta gigi.⁹

2.1 Pasta Gigi

Pasta gigi didefinisikan sebagai bahan *semi-aqueous* yang digunakan bersama-sama sikat gigi untuk membersihkan deposit dan memoles seluruh permukaan gigi.¹¹ Pasta gigi yang digunakan pada saat menyikat gigi berfungsi untuk mengurangi pembentukan plak, memperkuat gigi terhadap karies, membersihkan dan memoles permukaan gigi, menghilangkan atau mengurangi bau mulut, memberikan rasa segar pada mulut serta memelihara kesehatan gingiva.^{10,11}

2.1.1 Komposisi Pasta Gigi ^{11,12,13}

Hampir semua pasta gigi mengandung lebih dari satu bahan aktif dan hampir semua dipromosikan dengan beberapa keuntungan bagi pengguna. Umumnya pasta gigi yang beredar di pasaran saat ini adalah kombinasi dari bahan abrasif, deterjen dan satu atau lebih bahan terapeutik.

a. Bahan abrasif (20-50%)

Bahan abrasif yang terdapat dalam pasta gigi umumnya berbentuk bubuk pembersih yang dapat memolish dan menghilangkan stain dan plak.

Bentuk dan jumlah bahan abrasif dalam pasta gigi membantu untuk menambah kekentalan pasta gigi. Contoh bahan abrasif ini antara lain *silica* atau *silica hydrat*, sodium bikarbonat, *aluminium oxide*, dikalsium fosfat dan kalsium karbonat.

b. Air (20-40%)

Air dalam pasta gigi berfungsi sebagai pelarut.

c. *Humectant* atau pelembab (20-35%)

Humectant adalah bahan penyerap air dari udara dan menjaga kelembaban. Misalnya gliserin, *alpha hydroxy acids (AHA)* dan asam laktat. Bahan ini digunakan untuk menjaga pasta gigi tetap lembab.

d. Bahan perekat (1-2%)

Bahan perekat ini dapat mengontrol kekentalan dan memberi bentuk krim dengan cara mencegah terjadinya pemisahan bahan *solid* dan *liquid* pada suatu pasta gigi. Contohnya *glycerol*, *sorbitol* dan *polyethylene glycol (PEG)*

e. *Surfactan* atau Deterjen (1-3%)

Bahan deterjen yang banyak terdapat dalam pasta gigi di pasaran adalah *Sodium Lauryl Sulfat (SLS)* yang berfungsi menurunkan tegangan permukaan, mengemulsi (melarutkan lemak) dan memberikan busa sehingga pembuangan plak, debris, material alba dan sisa makanan menjadi lebih mudah. SLS ini juga memiliki efek antibakteri.

f. Bahan penambah rasa. (0-2%)

Biasanya pasta gigi menggunakan pemanis buatan untuk memberikan cita rasa yang beraneka ragam. Misalnya rasa *mint*, stroberi, kayu manis bahkan rasa permen karet untuk pasta gigi anak. Tambahan rasa pada pasta gigi akan membuat menyikat gigi menjadi menyenangkan. ADA tidak merekomendasikan pasta gigi yang mengandung gula tetapi pasta gigi yang

mengandung pemanis buatan (misalnya *saccharin*). Bahan pelembab gliserin dan *sorbitol* juga memberikan rasa manis pada pasta gigi.

g. Bahan terapeutik (0-2%)

Bahan terapeutik yang terdapat dalam pasta gigi adalah sebagai berikut :

1. *Fluoride*

Penambahan *fluoride* pada pasta gigi dapat memperkuat enamel dengan cara membuatnya resisten terhadap asam dan menghambat bakteri untuk memproduksi asam. Adapun macam- macam *fluoride* yang terdapat dalam pasta gigi adalah sebagai berikut:

- *Stannous fluoride*

Tin fluor merupakan fluor yang pertama ditambahkan dalam pasta gigi yang digunakan secara bersamaan dengan bahan abrasif (kalsium fosfat). Fluor ini bersifat antibakterial namun kelemahannya dapat membuat stein abu-abu pada gigi.

- *Sodium fluoride*

NaF merupakan fluor yang paling sering ditambahkan dalam pasta gigi, tapi tidak dapat digunakan bersamaan dengan bahan abrasif.

- *Sodium monofluorafosfat*

2. Bahan desensitisasi

Bahan desensitisasi yang digunakan dalam pasta gigi adalah sebagai berikut :

- *Potassium nitrat* dapat memblok transmisi nyeri di antar sel-sel syaraf.

- *Stronsium chloride* dapat memblok tubulus dentin.

3. Bahan anti-tartar

Bahan ini digunakan untuk mengurangi kalsium dan magnesium dalam saliva sehingga keduanya tidak dapat berdeposit pada permukaan gigi. Contohnya *Tetrasodium pyrophosphate*.

4. Bahan antimikroba

Bahan ini digunakan untuk untuk membunuh dan menghambat pertumbuhan bakteri. Contoh bahan ini adalah *Trikolsan* (bakterisidal), *Zinc citrate* atau *Zinc phosphate* (bakteriostatik). Selain itu ada beberapa herbal yang ditambahkan sebagai anti mikroba dalam pasta gigi contohnya ekstrak daun sirih dan siwak.

h. Bahan pemutih (0,05-0,5%)

Ada macam-macam bahan pemutih yang digunakan antara lain *Sodium carbonate*, *Hidrogen peroksida*, *Citroxane*, dan *Sodium hexametaphosphate*.

i. Bahan pengawet (0,05-0,5%)

Bahan pengawet berfungsi untuk mencegah pertumbuhan mikroorganisme dalam pasta gigi. Umumnya bahan pengawet yang ditambahkan dalam pasta gigi adalah *Sodium benzoate*, *Methylparaben* dan *Ethylparaben*.

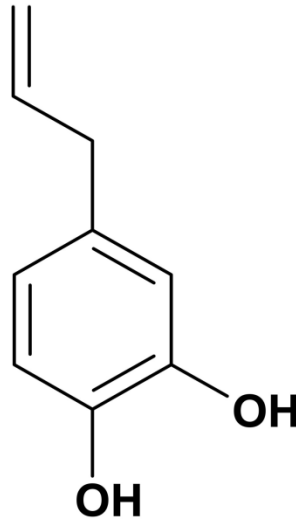
2.2 Peran Ekstrak Daun Sirih dalam Pasta Gigi

Sirih merupakan tanaman menjalar menyerupai tanaman lada. Daunnya berbentuk jantung, berujung runcing, tumbuh berselang-seling, bertangkai, teksturnya agak kasar jika diraba dan mengeluarkan bau yang sedap (aromatis) jika diremas. Panjang daun 6-17,5 dan lebar 3,5-10 cm. Warna daun sirih bervariasi dari kuning, hijau sampai hijau tua.¹⁴

Di kawasan Asia Tenggara, *Piper betle* L. (Sirih) merupakan salah satu tanaman yang telah dikaitkan dalam pengendalian karies, penyakit periodontal dan mengontrol halitosis. Ekstrak daun sirih menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap *S. mitis*, *S.sanguis* dan *A.Viscosus*, beberapa koloni bakteri lain dari plak gigi.⁴

Secara umum ekstrak daun sirih mengandung bahan kimia seperti minyak atsiri, *hydroxychavicol*, *kavibetol*, *allypyrokatekol* *karvakol*, *eugenol*, *eugenolmethylester*, *pcymene*,

cineol, estragiol, caryophylline, cadinene, gula, pati, terpeneme, suskwitterpenene, fenil propana dan *tanindiastase*.^{3,15}



Gambar 1. Struktur kimia hydroxychavicol¹⁶

Sirih telah diakui memiliki efek farmakologis yaitu sebagai antimikroba, antioksidan, antimutagenik, antikarsinogenik dan antiinflamasi.¹⁶ Ekstrak daun sirih mengandung asam lemak (asam stearat dan palmitat) dan asam lemak hidroksi ester (ester hidroksi dari stearat, palmitat dan asam miristat) dan *hydroxychavicol* sebagai komponen utama. *Hydroxychavicol* merupakan turunan senyawa fenol yang memiliki daya antibakteri (bakterisid) lima kali lebih kuat daripada fenol biasa dengan target struktur, fungsi dinding dan membran sel bakteri.⁴ Adanya *hydroxychavicol* yang merupakan senyawa toksik mengakibatkan struktur tiga dimensi protein terganggu dan terbuka menjadi struktur acak tanpa adanya kerusakan pada struktur kerangka kovalen. Hal ini mengakibatkan protein berubah sifat, sehingga aktivitas biologisnya menjadi rusak dan protein tidak dapat melakukan fungsinya.^{15,17}

Asam lemak yang terdapat dalam ekstrak daun sirih dapat bekerja sebagai permukaan anion, antibakteri dan anti jamur pada pH yang rendah.⁴ Sehubungan dengan hal ini penelitian

Intzar Ali, Farrah G Khan, Krishan, Naresh, Prabhu, Farhat *et. all*, memperlihatkan bahwa dari beberapa jamur yang diteliti ternyata ekstrak daun sirih sangat efektif untuk menghambat pertumbuhan *Candida albicans*.¹⁶

Penelitian Nalina dan Rahim memperlihatkan bahwa ekstrak daun sirih dapat menghambat produksi asam yang dihasilkan oleh *S. mutans*. Hal ini sehubungan dengan pengurangan jumlah *Streptococcus mutan* sebagai bakteri penghasil asam (*acidogenic*).⁴ Dengan berkurangnya asam diharapkan proses terjadinya karies dapat dihambat.

2.3 Peranan Fluor dalam Pasta Gigi

Pasta gigi yang beredar di pasaran umumnya mengandung fluor dalam bentuk *Natrium fluoride* (NaF), *Stanium Fluorida* (SnF) dan *Sodium monofluorofosfat* (NaMNF).¹² *Fluoride* bekerja untuk mengontrol karies dini dengan beberapa cara. Fluor dapat menghambat demineralisasi enamel dan meningkatkan remineralisasi. Bakteri kariogenik memetabolisme karbohidrat dan menghasilkan asam sehingga pH rongga mulut menjadi asam dan dapat mengubah struktur enamel. Fluor dapat menguatkan gigi dengan meningkatkan proses remineralisasi sehingga enamel resisten terhadap asam. Fluor dapat menghambat karies dengan cara menghambat aktivitas metabolisme bakteri kariogenik dalam memetabolisme karbohidrat untuk menghasilkan asam dan polisakarida adhesif yang diperlukan untuk berkolonisasi pada permukaan gigi. Kelebihan fluor dalam jangka panjang dapat menyebabkan fluorosis.¹⁸

2.4 Teori Plak

Plak merupakan deposit lunak yang membentuk lapisan biofilm dan melekat erat pada permukaan gigi, gingiva serta permukaan keras lainnya dalam rongga mulut. Deposit plak ini dapat terlihat secara visual dengan menggunakan pewarna alami atau sintetik dalam bentuk *disclosing solution*.^{19,20,21}

Diperkirakan bahwa sebanyak 400 spesies bakteri yang berbeda dapat ditemukan dalam plak. Selain itu, plak juga mengandung sejumlah kecil sel-sel epitel, leukosit, dan makrofag. Sel-sel ini terdapat di dalam matriks ekstraseluler yang terbentuk dari saliva dan produk bakteri. Matriks ekstraseluler terdiri dari protein, polisakarida dan lipid. Komponen anorganik juga terdapat dalam plak gigi sebagian besar kalsium dan fosfor yang berasal dari saliva. Komponen anorganik dalam jumlah besar pada plak dapat memudahkan plak menjadi kalkulus. Pada permukaan gigi yang baru dibersihkan akan dengan cepat dilapisi oleh glikoprotein yang dikenal sebagai pelikel.^{5,20,21}

2.4.1 Proses Pembentukan Plak

Bakteri dapat melekat ke permukaan gigi diperantarai oleh reseptor berupa lapisan tipis protein saliva dan glikoprotein yang menutupi permukaan gigi yang sering dikenal dengan pelikel. Pelikel dan matriks plak merupakan hasil dari host dan produk bakteri yang terdiri dari beberapa komponen meliputi albumin, lisozim, amilase, imunoglobulin A, prolin yang kaya protein dan *mucins*. Lapisan pelikel pada permukaan gigi dikolonisasi oleh bakteri Gram positif seperti *S.sanguis*, *S. mutans* dan *A.viscosus*.⁵

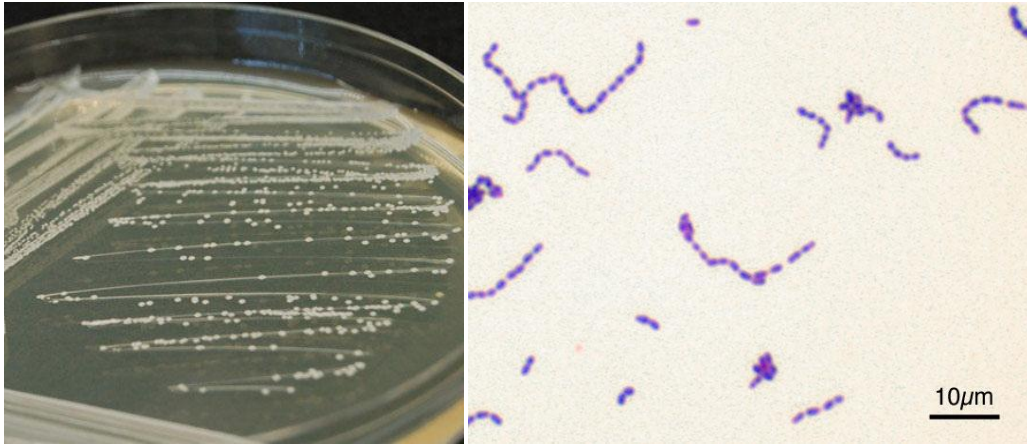
Komponen bakteri seperti *glukosyltransferase* dan *glucans* juga dapat ditemukan dalam pelikel dan memainkan peran yang sangat signifikan dalam hal perlekatan. Suatu ikatan antara adsorpsi dan desorpsi molekul saliva terjadi 90-120 menit setelah menyikat gigi. Setelah 2 jam pelikel pada permukaan lingual terbentuk setebal 20-80 nm sedangkan pelikel di daerah bukal bisa mencapai 200-700 nm. Ketebalan pelikel ini bisa berubah sewaktu-waktu tergantung pada tempat melekatnya. Pada saat molekul protein saliva berikatan dengan permukaan gigi protein dapat mengalami perubahan. Hal ini merupakan petunjuk adanya reseptor baru untuk perlekatan dimana terjadi aktivitas *glukosyltransferase* dan menghasilkan *glucans* dengan struktur yang

dimodifikasi. Komposisi molekul dan kimia fisik pelikel merupakan hal yang sangat menentukan bentuk kolonisasi mikroba.²¹

Setelah pelikel terbentuk bakteri melekat pada pelikel tersebut dan mengalami proliferasi. Bakteri yang pertama kali melekat pada permukaan pelikel biasanya golongan *coccus*. Seiring berjalannya waktu plak dikolonisasi oleh bermacam-macam bentuk berupa filamen, flagel dan spiral. Koloni awal yang terdapat pada plak adalah spesies komensal utama meliputi *Streptococcus* (*S. sanguis*, *S. Gordonii* dan *S.oralis*) dan *A.viscosus*. Pengkoloni awal tersebut melekat ke permukaan gigi dengan bantuan *adhesins* yaitu molekul spesifik yang terdapat pada permukaan bakteri. Contoh *adhesin* ini adalah *S. gordonii* dapat berikatan dengan bantuan α -*amylase* sedangkan *A. naeslundii* dan *F. nucleatum* berinteraksi dengan *statherin*. *S. mutans* berikatan dengan *glucans protein binding*.²²

2.5 *S. mutans*

Sel *S. mutans* berbentuk bulat & oval dengan diameter sekitar 2 mikrometernya dan merupakan kokus gram positif. Dalam koloni *S. mutans* berpasangan atau membentuk rantai bersama, tidak bergerak dan tidak membentuk spora. Pada pengkulturan mereka membentuk rantai panjang dan mempunyai metabolisme anaerob, namun mereka juga dapat hidup dalam fakultatif anaerob. Pada media solid mereka berbentuk kasar, runcing, dan berkoloni mukoid. Untuk pertumbuhannya *S. mutans* membutuhkan CO₂ jika diinkubasikan pada suhu 37° selama 48 jam. Pada analisis DNA terdapat kandungan *Guanine* (G) & *Cytosine* (C) yang sangat besar pada *S. mutans* karena secara genetis komposisi *S. mutans* sangat heterogen walaupun fenotipnya mirip.²²



Gambar 2. Morfologi *S. mutans* secara makroskopis dan mikroskopis²³

S. mutans hidup di rongga mulut pada permukaan yang keras dan solid seperti gigi, gigi tiruan, dan alat ortodonti cekat. Bakteri ini juga ditemukan dalam luka gigitan. Habitat utama *S. mutans* adalah permukaan gigi namun bakteri ini tidak dapat tumbuh secara bersama ke seluruh permukaan gigi melainkan *S. mutans* sering tumbuh pada area tertentu pada permukaan gigi. Biasanya kita dapat menemukan koloni *S. mutans* dalam pit dan fisur, permukaan oklusal, area proksimal permukaan gigi, gingiva atau pada lesi karies gigi. Jumlah populasi *S. mutans* dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain: diet sukrosa, topikal aplikasi fluor, penggunaan antibiotik, obat kumur yang mengandung antiseptik dan keadaan higienia oral.²²

2.5.1 Metabolisme Sukrosa oleh *S. mutans*

S. mutans mampu memproduksi senyawa *glucans* dan *fructan* dalam jumlah yang besar dari sukrosa dengan bantuan dua enzim ekstraseluler yang disebut *glucosyltransferase* dan *fructosyltransferase*. Enzim ini dapat ditemukan di permukaan dinding sel bakteri. Melalui enzim yang diproduksinya ini *S. mutans* dapat menghidrolisis sukrosa yang dikonsumsi menjadi glukosa atau fruktosa. Dari hasil metabolisme gula tersebut terbentuklah rantai panjang dari glukosa yang disebut *glucans* atau dekstran dan polimer rantai panjang dari fruktosa yang disebut *fructan*

levan.²¹ *S. mutans* serotipe c lebih banyak mensintesis dekstran ikatan α (1 \rightarrow 3) yang tidak larut dalam air sehingga efektif dalam pembentukan plak gigi.²⁴

Polisakarida ekstraseluler *glucans* atau dekstran disintesis oleh *Glucosyltransferase* dari *S. mutans*. Secara umum polimer tersebut mempunyai rantai *glycosidic* α (1 \rightarrow 6) dan rantai α (1 \rightarrow 3).^{22,24} *Glucans* dihubungkan terhadap kariogenik alami dari bakteri. Kelarutan *Glucans* atau dekstran dalam air akan berpengaruh terhadap pembentukan koloni *S. mutans* pada permukaan gigi.²² Metabolisme sukrosa ekstraselular oleh *S. mutans* yang memproduksi dekstran yang tidak larut dalam air dengan rantai α (1 \rightarrow 3) sangat mempengaruhi pembentukan plak dan peningkatan kolonisasi dari bakteri pada plak, semakin tidak larut air maka pembentukan plak akan semakin baik.²⁴

Strain tertentu *S. mutans* dapat mensintesis *fructan* disamping *glucans* dari sukrosa. *Fructan* atau levan merupakan polimer fuktosa yang disintesis dari kelompok fruktosil melalui ikatan *fructofuranoside* β (2 \rightarrow 1) ikatan ini yang paling dominan dan sintesisnya dikatalisir oleh *fructosyltransferase*.²² Levan yang dihasilkan oleh *S. mutans* tidak sebanyak yang dibentuk oleh *S. Salivarius* dan *A. Viscosus*. Dengan cepat levan akan dihidrolisis oleh bakteri-bakteri di dalam plak. Oleh karena itu levan tidak seefisien dekstran dalam membentuk plak gigi.²⁴

2.6 Peran *S. mutans* dalam pembentukan karies

Pada saat gigi mulai erupsi, gigi segera dilindungi oleh lapisan tipis glikoprotein yang disebut *acquired pellicle*. Glikoprotein dari saliva segera diadsorpsi oleh hidroksiapatit dan kemudian melekat erat pada permukaan gigi. Pada awal pembentukan plak, pertama sekali bakteri aerob yang akan melekat pada permukaan pelikel, yaitu bakteri *S. sanguis* yang dominan dan kemudian diikuti bakteri lainnya. Perlekatan awal bakteri terhadap hidroksiapatit sangat lemah dan bersifat reversible, sehingga bakteri tidak membentuk koloni. Setelah *S. mutans*

serotip c mensintesis dekstran ekstraseluler dari sukrosa baru perlekatan dan agregasi bakteri terhadap permukaan enamel terjadi dan kemudian diikuti dengan peningkatan kolonisasi. Terjadinya agregasi bakteri dikarenakan adanya reseptor dekstran pada permukaan dinding sel bakteri, reseptor spesifik yang terdapat pada permukaan gigi ini juga membantu bakteri untuk melekat pada permukaan gigi. Hal ini menyebabkan terjadinya interaksi antar sel selama pembentukan plak lebih mudah. *S.sanguis* juga mampu mensintesis dekstran ekstraseluler dari sukrosa yang berbentuk rantai (1→6) dan larut dalam air. Sebaliknya *S. mutans* mensintesis lebih banyak dekstran yang tidak larut dalam air dengan rantai (1→3), sehingga *S. mutans* lebih baik dalam pembentukan plak daripada *S.sanguis* karena organisme ini tidak mempunyai reseptor dekstran di permukaan sel nya.²⁴

Metabolisme sukrosa ekstraseluler oleh *S. mutans* serotipe c dengan produk dekstran ikatan $\alpha(1\rightarrow3)$ yang tidak larut dalam air, sangat berperan dalam mekanisme pembentukan plak gigi dan peningkatan kolonisasi dalam plak. Peningkatan kolonisasi ini, terjadi karena agregasi bakteri melalui tiga dasar interaksi sel. Interaksi yang terjadi meliputi perlekatan bakteri pada permukaan gigi, perlekatan homotipik antar sesama sel, dan perlekatan heterotipik antar sel yang berbeda. Dekstran dengan ikatan $\alpha(1\rightarrow3)$ juga bertindak sebagai mediator agregasi antara *S. mutans*, *S. sanguis* dan *A.Viscosus*. Oleh karena itu dekstran yang pembentukanya dikatalisis oleh *glukosyltransferase* (GTF), merupakan ekspresi esensial dari virulensi *S. mutans*.²⁴

Streptococcus mutans pada plak memetabolisme sukrosa menjadi asam lebih cepat daripada bakteri lain di dalam agregasi. Koloni *S. mutans* ditutupi oleh *glucans* atau dekstran yang dapat mengurangi perlindungan dan aktifitas anti bakteri pada saliva terhadap plak gigi. Plak dapat menghambat difusi asam ke saliva dan sebagai hasil konsentrasi asam menjadi tinggi di permukaan enamel. Hal ini akan membuat produksi asam meningkat dan reaksi dalam rongga

mulut menjadi asam dan kondisi ini akan membuat demineralisasi gigi terus berlanjut yang merupakan proses awal terjadinya karies.²⁴