

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kesehatan gigi dan mulut yang baik dapat meningkatkan kepercayaan diri dalam berkomunikasi dan menjalani aktivitas dengan normal serta dapat menunjang kualitas hidup seseorang. Sehat merupakan suatu kondisi terbebas dari penyakit atau kondisi kelemahan serta adanya keseimbangan dari fungsi fisik, mental dan sosial. Pada bidang kesehatan gigi dan mulut, kondisi sehat didefinisikan sebagai kondisi terbebas dari patologi, tidak adanya bau mulut atau halitosis serta kondisi gigi yang sehat. Kondisi rongga mulut yang tidak sehat dapat memicu berbagai masalah dan berpotensi menimbulkan rasa sakit, gangguan fungsional, bahkan penurunan kualitas hidup.

Masyarakat Indonesia belum mencapai kondisi kesehatan gigi dan mulut yang baik. Menurut data dari Survei Kesehatan Indonesia yang diadakan pada tahun 2023 menunjukkan bahwa prevalensi masalah kesehatan gigi dan mulut masih cukup tinggi dengan persentase mencapai 56,9%. Data ini menunjukkan bahwa dari 10 orang masyarakat Indonesia hampir 5,6 orang mengalami masalah kesehatan gigi dan mulut. Pada lingkup yang lebih spesifik seperti di provinsi Bali, prevalensi masalah kesehatan gigi dan mulut masyarakatnya mencapai 46,5% (Indonesia 2023). Tingginya angka masalah kesehatan gigi dan mulut menunjukkan bahwa masih banyak masyarakat yang mengabaikan pentingnya menjaga kesehatan gigi dan mulut.

Berdasarkan data tersebut benar adanya bahwa masih banyak masyarakat yang beranggapan bahwa perawatan gigi dan mulut tidak dibutuhkan sebelum gigi terasa sakit.

Beberapa penyakit pada rongga mulut yang umum dijumpai pada Masyarakat adalah karies dan gingivitis. Karies atau gigi berlubang merupakan kondisi kerusakan pada satu gigi bahkan lebih. Menurut Arum *et al.* (2023) karies didefinisikan sebagai kerusakan jaringan keras gigi (email dan dentin) karena adanya deposit asam yang diproduksi oleh bakteri kemudian terakumulasi pada permukaan gigi. Karies diawali dari kerusakan daerah email gigi hingga meluas ke daerah yang lebih dalam seperti dentin atau bahkan pulpa. Terdapat tiga faktor utama penyebab karies yaitu mikroorganisme, kondisi rongga mulut, dan waktu. Mikroorganisme yang berperan dalam pembentukan karies adalah *Streptococcus mutans*, sementara kondisi rongga mulut yang asam dapat mempercepat proses demineralisasi email gigi, dan apabila dibiarkan dalam waktu yang lama maka akan menyebabkan terjadinya karies gigi (Nugraha *et al.* 2021).

Gingivitis merupakan kondisi inflamasi gingiva yang diawali dengan adanya plak pada gingiva. Gambaran klinis dari kondisi gingivitis adalah adanya perubahan warna menjadi kemerahan pada margin gingiva, pembesaran pembuluh darah di jaringan ikat serta hilangnya keratinisasi pada gingiva. Gingivitis yang parah, dapat menunjukkan gambaran klinis seperti terjadinya pendarahan pada saat dilakukan pemeriksaan dengan *probing*. Pada kasus gingivitis yang terjadi kerusakan parah bisa ditandai dengan adanya pembesaran gingiva atau *gingival enlargement* (Khairy 2023).

Faktor lokal yang menyebabkan terjadinya gingivitis adalah plak, dental kalkulus, *materia alba*, *dental stain* dan *debris*. Sedangkan faktor sistemik yang menyebabkan terjadinya respon periodonsium seperti: faktor hormonal, gangguan atau defisiensi nutrisi serta penyakit hematologis seperti leukimia dan anemia. Bakteri yang berperan menjadi penyebab dari gingivitis adalah bakteri subgingiva dengan proporsi dari bakteri yang terdiri atas spesies Gram positif sebanyak 56%, bakteri Gram negatif 44% serta mikroorganisme fakultatif 59% dan anaerob sebanyak 41%. Bakteri Gram positif yang menjadi penyebab dari gingivitis termasuk *Streptococcus sanguinis* (Hassiyati 2020).

Etiologi terjadinya karies dan gingivitis dimulai dengan adanya akumulasi plak yang dihasilkan dari kedua bakteri tersebut. *Streptococcus mutans* dapat mengubah sukrosa menjadi glukosa yang merupakan polimer dengan fungsi sebagai perekat dalam pembentukan biofilm pada permukaan gigi (Lemos *et al.* 2019). *Streptococcus mutans* juga dapat memproduksi asam dalam jumlah besar, hal ini tentu memengaruhi jumlah saliva. Kekurangan saliva memengaruhi fungsinya sebagai pembersih alami dalam rongga mulut (Adnyasari *et al.* 2023). *Streptococcus sanguinis* merupakan flora rongga mulut yang dapat melekat pada enamel dan membentuk biofilm yang menjadi awal dari terbentuknya plak. *Streptococcus sanguinis* dapat memfasilitasi bakteri lain dalam menciptakan lingkungan yang mendukung pertumbuhan mikroorganisme penyebab penyakit periodontal (Franco *et al.* 2023).

Untuk mengatasi faktor terbentuknya plak akibat bakteri biasanya dokter gigi akan meresepkan pemberian antibiotik. Namun, pemberian antibiotik secara tidak bijaksana dapat memicu terjadinya resistensi antibiotik. Resistensi antibiotik bisa disebabkan oleh ketidakpatuhan pasien dalam mengonsumsi antibiotik (Erika 2021). Resistensi antibiotik merupakan masalah serius yang tidak dapat diabaikan. Kondisi resistensi antibiotik merupakan kemampuan dari bakteri untuk menghambat aksi dari agen antimikroba atau antibiotik yang diberikan (Putri *et al.* 2023). Oleh karena itu, penggunaan antibiotik harus dikonsumsi dengan resep dokter dan perlu kepatuhan pasien dalam mengonsumsi antibiotik.

Penggunaan sediaan herbal sebagai alternatif penggunaan antibiotik dapat menjadi solusi yang efektif. Bahan herbal tidak dapat memicu terjadinya resistensi antibiotik dan sudah digunakan dalam bentuk simplisia sejak zaman dahulu. Biji Nangka merupakan salah satu bahan herbal yang bisa digunakan sebagai alternatif pengganti antibiotik karena memiliki aktivitas antibakteri (Yuniarni *et al.* 2017). Nangka (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) merupakan jenis tanaman tropis yang mudah ditemui di Indonesia. Tanaman ini berhasil membuat Indonesia menjadi posisi tiga teratas di Asia Tenggara sebagai penghasil produksi Nangka setelah India dan Thailand. Menurut data dari Badan Pusat Statistik produksi biji Nangka pada tahun 2021 berhasil mencapai 906.514 ton. Hasil produksi dari Nangka yang tinggi ini juga tentu akan berimbas pada banyaknya jumlah biji Nangka yang dihasilkan. Biji Nangka selama ini masih dianggap sebagai limbah dan belum dimanfaatkan secara optimal oleh masyarakat.

Biji Nangka (*Artocarpus heterophyllus Lam.*) memiliki sifat antibakteri karena kaya akan kandungan senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid, tanin, alkaloid, saponin, artocarpin, artocarpesin, dan masih banyak lagi. Kandungan tersebut membuat biji Nangka (*Artocarpus heterophyllus Lam.*) memiliki potensi untuk memproduksi antibakteri, antioksidan, anti-inflamasi, dan lainnya (Dwitiyanti *et al.* 2019). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Suharyanisa *et al.* (2024) ditemukan bahwa konsentrasi ekstrak biji Nangka sebanyak 20% yang diuji terhadap bakteri *Shigella dysenteriae* memiliki zona hambat 19,08 dan *Staphylococcus epidermidis* dengan zona hambat 13,7 mm. Penelitian ini membuktikan bahwa ekstrak biji Nangka mampu menghambat pertumbuhan kedua bakteri.

Berdasarkan uraian sebelumnya, diperlukan pemilihan ekstrak yang tepat agar dapat menghasilkan sediaan yang efektif dan tetap seimbang dengan aspek keamanan sediaan. Pada penelitian ini digunakan konsentrasi ekstrak biji Nangka 25% dan 50% pada sediaan gel dengan mempertimbangkan efektivitas antibakteri serta pengaruhnya terhadap sediaan. Konsentrasi 25% diharapkan mengandung senyawa aktif dalam jumlah yang cukup sehingga dapat memberi efek antibakteri. Selain itu, konsentrasi 50% dipilih sebagai konsentrasi paling tinggi untuk melihat peningkatan antibakteri dan sebagai batas toleransi formulasi gel dalam penambahan ekstrak.

Sediaan gel dipilih karena mudah untuk diaplikasikan, nyaman pada saat digunakan serta dapat melekat dengan baik pada mukosa rongga mulut (Butera *et al.* 2022). Gel adalah sediaan semisolid yang tersusun atas partikel organik yang kecil yang saling diresapi cairan. Sediaan gel juga dapat

dikombinasikan dengan agen antibakteri seperti klorheksidin, metronidazol, hingga ekstrak tanaman. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Wahyuni *et al.* (2024) gel yang mengandung bahan aktif alami seperti senyawa metabolit sekunder dilaporkan memiliki aktivitas yang baik dalam menghambat pertumbuhan bakteri. Karakteristik lain dari sediaan gel terutama pada saat diaplikasikan pada gingiva adalah memberi sensasi dingin, tidak berminyak dan tidak lengket sehingga nyaman pada saat digunakan. Sediaan gel juga memiliki daya sebar yang baik dan waktu kontak yang cukup lama oleh, hal tersebut yang membantu gel dalam memaksimalkan pelepasan zat aktif salah satunya adalah zat antibakteri (Haryani *et al.* 2025 ; Kusuma *et al.* 2023).

Secara keseluruhan, banyak literatur mendukung sediaan gel dalam penghantaran obat terutama yang bersifat antibakteri. Maka dari itu, penulis berminat untuk mengkaji potensi biji Nangka sebagai agen antibakteri dalam rongga mulut yang nantinya akan diformulasikan menjadi sediaan gel.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka rumusan masalah yang akan dibahas adalah:

1. Apakah gel ekstrak biji Nangka (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) dengan konsentrasi 25% dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans* dan *Streptococcus sanguinis*?
2. Apakah gel ekstrak biji Nangka (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) dengan konsentrasi 50% dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans* dan *Streptococcus sanguinis*?

3. Apakah gel ekstrak biji Nangka (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) dengan konsentrasi 50% lebih efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans* dan *Streptococcus sanguinis* dibandingkan konsentrasi 25%?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui daya hambat gel ekstrak biji Nangka (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) terhadap pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans* dan *Streptococcus sanguinis*.

1.3.2 Tujuan Khusus

Adapun tujuan khusus dari penelitian ini:

- Untuk mengetahui potensi daya hambat gel ekstrak biji Nangka (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) dengan konsentrasi 25% dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans* dan *Streptococcus sanguinis*.
- Untuk mengetahui potensi daya hambat gel ekstrak biji Nangka (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) dengan konsentrasi 50% dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans* dan *Streptococcus sanguinis*.
- Untuk mengetahui apakah gel ekstrak biji Nangka (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) dengan konsentrasi 50% lebih efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans* dan *Streptococcus sanguinis* dibandingkan konsentrasi 25%.

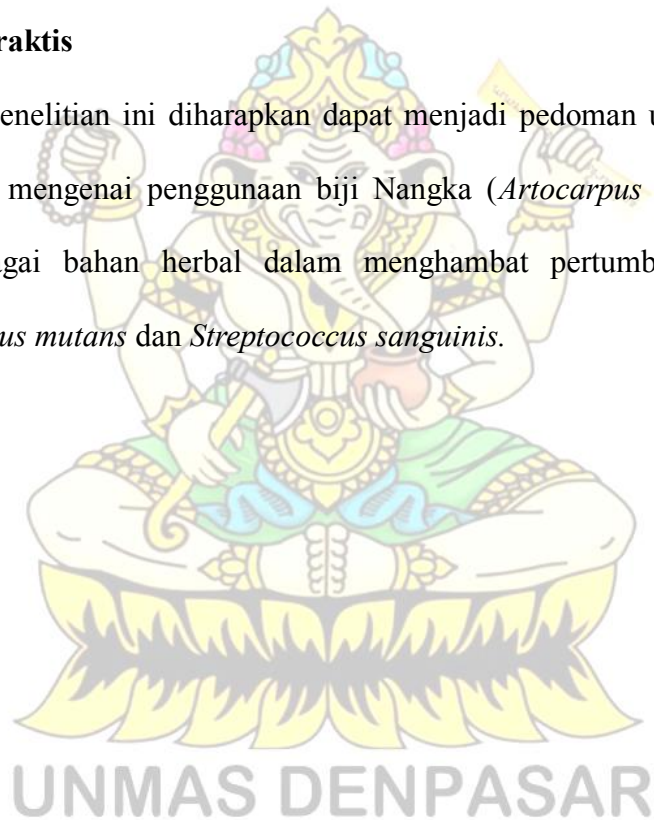
1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Akademik

Penelitian ini diharapkan mampu memberi referensi baru mengenai kandungan fitokimia pada biji Nangka (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) sebagai antibakteri dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans* dan *Streptococcus sanguinis*.

1.4.2 Manfaat Praktis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi pedoman untuk peneliti selanjutnya mengenai penggunaan biji Nangka (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) sebagai bahan herbal dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans* dan *Streptococcus sanguinis*.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biji Nangka (*Artocarpus heterophyllus* Lam.)

2.1.1 Pengertian

Biji Nangka (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) kaya akan senyawa metabolit sekunder seperti tanin, saponin, alkaloid, dan flavonoid. Dalam uji *in vitro* disebutkan bahwa biji Nangka (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) memiliki potensi yang luas, salah satunya dalam bidang kesehatan terkhususnya sebagai antibakteri. Penelitian yang dilakukan oleh Bhat *et al.* (2017) mengatakan bahwa biji Nangka (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) sebagai antibakteri mampu menghambat pertumbuhan plak yang disebabkan oleh bakteri dari genus *Streptococci*. Selain itu, penelitian ini juga menjelaskan bahwa biji Nangka (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) efektif dalam melawan bakteri Gram positif dan Gram negatif, hal ini menyebabkan biji Nangka (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) berpotensi sebagai bahan alami dalam pembuatan antibakteri spektrum luas.

2.1.2 Morfologi Biji Nangka

Nangka (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) merupakan tanaman yang tersebar luas dari genus *Artocarpus* dan memiliki peran penting dalam perekonomian di negara-negara Asia Tenggara. Selain dagingnya, biji Nangka juga kerap dimanfaatkan sebagai bahan pangan. Umumnya biji

Nangka diolah menjadi camilan ringan dengan cara direbus, disangrai, ataupun digoreng (Fathin *et al.* 2021).

Biji Nangka merupakan biji berkeping dua (*dycotyledone*) yang terletak di dalam buah Nangka dengan sedikit getah dan lendir, berbentuk oval dengan panjang sekitar 3,5 cm – 4 cm. Biji Nangka ditutupi oleh kulit tipis berwarna coklat dan memiliki lapisan dalam tebal berwarna putih. Masing-masing biji Nangka memiliki berat antara 3-9 Gram, dalam satu buah Nangka mampu menghasilkan 50-300 biji tergantung dari besarnya masing-masing buah (Warsyan 2022; Syafitri 2020).



Gambar 2.1 Gambar Biji Nangka (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) dengan kulit tipis berwarna coklat (Dokumentasi Pribadi)

2.1.3 Klasifikasi Nangka

Nangka merupakan tumbuhan dari family *Morocae*, sebagian besar *Morocae* merupakan tumbuhan yang hidup di hutan tropis yang lembab maupun hutan tropis kering, dengan pusat pertumbuhannya berada di Asia Tenggara. Begitupun dengan *Artocapeae* yang berasal dari neotropis dan Asia (Mitra & Chauvet 2023). Klasifikasi Nangka (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) menurut Plantamor (2024) sebagai berikut:

Tabel 2.1 Klasifikasi Nangka (*Artocarpus heterophyllus* Lam.)

KLASIFIKASI BIJI NANGKA	
Kingdom	<i>Plantae</i>
Superdivisi	<i>Spermatophyta</i>
Divisi	<i>Magnoliophyte</i>
Kelas	<i>Magnoliopsida</i>
Ordo	<i>Urticales</i>
Famili	<i>Moroceae</i>
Genus	<i>Artocarpus</i>
Spesies	<i>Artocarpus heterophyllus</i> <i>Lam.</i>

2.1.4 Kandungan Biji Nangka

a. Flavonoid

Senyawa flavonoid berperan penting dalam kesehatan tubuh manusia karena manfaatnya yang luas. Flavonoid banyak dimanfaatkan sebagai bahan makanan, *nutraceutical*, *pharmaceutical*, dan produk kosmetik. Sementara pada tumbuhan, flavonoid berfungsi sebagai pelindung dari serangga atau hewan herbivora dengan cara mengubah rasa tumbuhan tersebut, menurunkan nutrisi yang terkandung pada tumbuhan, atau bahkan berubah menjadi racun. Selain itu, fungsi utama flavonoid pada tumbuhan adalah untuk memberikan warna, aroma, dan rasa terutama pada bagian buah, bunga, dan biji-bijian (Mutha *et al.* 2021; Ruiz-Cruz *et al.* 2017).

Beberapa flavonoid bertindak sebagai agen bakterisidal dan agen bakteriostatik dengan merusak membran sitoplasma, menghambat asam nukleat sintesis dan metabolisme energi mikroorganisme (Ahmad *et al.*

2015). Secara khusus, mekanisme kerja antibakteri dari flavonoid memiliki berbagai target seluler daripada hanya bekerja pada satu tempat. Hal ini dikaitkan dengan kemampuan flavonoid untuk menonaktifkan adhesin mikroba, enzim, protein transport, dan sebagainya (Tagousop *et al.* 2018). Adapun, flavonoid lipofilik yang bekerja dengan cara mengganggu membran bakteri, mengurangi fluiditas lapisan luar dan lapisan dalam, serta menonaktifkan sel (Mickymaray *et al.* 2020).

Salah satu penelitian yang dilakukan oleh Biharee *et al.* (2020) mengungkapkan bahwa flavonoid dapat menghambat aktivitas bakteri dan menurunkan pembentukan biofilm yang disebabkan oleh *Pseudomonas aeruginosa*.

b. Tanin

Tanin merupakan senyawa yang memiliki sifat fenolik dan menyebar di tumbuhan. Tanin termasuk sebagai senyawa fenolik berukuran besar dan bermolekul tinggi yang bisa dideteksi melalui uji *Glodbeater's skin Tanning*. Terdapat beberapa senyawa dengan ukuran molekul sederhana yang hidup berdampingan dengan tanin murni yaitu katekin, asam galat, flavan-3, 4-diol, dan asam klorogenat (Gupta *et al.* 2015).

Mekanisme kerja antibakteri tanin adalah dengan cara memecah sel bakteri atau disebut juga sebagai bakterilisis. Hal ini disebabkan karena tanin menargetkan dinding polipeptida sel bakteri sehingga dapat mengganggu pembentukan dinding sel, sehingga sel bakteri mati. Selain kemampuan diatas, tanin juga mempunyai kemampuan untuk merusak enzim yang terdapat pada bakteri dan mengganggu jalur masuknya protein

pada lapisan dalam sel, dimana hal tersebut menyebabkan bakteri tidak dapat berkembang (Marselyna *et al.* 2022).

c. Alkaloid

Alkaloid merupakan gabungan beragam senyawa yang berasal dari tumbuhan dan jamur. Ciri khas dari alkaloid adalah bersifat basa, berbentuk kristal, tidak berbau, terasa pahit, dan tidak berwarna (Cinelli & Jones 2021). Alkaloid umumnya diklasifikasikan menjadi beberapa sudut pandang yaitu ; berdasarkan struktur kimianya atau berasal dari asam amino, alkaloid yang berasal dari asam amino diklasifikasikan menjadi alkaloid murni atau sejati karena mengandung atom nitrogen dalam cincin heterosiklik, dan protoalkaloid yang mengandung atom nitrogen tetapi bukan bagian dari cincin heterosiklik. Kedua, alkaloid yang tidak berasal asam amino disebut sebagai pseudoalkaloid tetapi tetap mengandung nitrogen dalam cincin heterosikliknya (Swamy 2020).

Aktivitas antibakteri dari alkaloid bekerja dengan beberapa cara, pertama alkaloid akan menghambat aktivitas dihidroflavon reduktase yang merupakan enzim penting untuk memproduksi asam amino, RNA dan biosintesis DNA. Apabila kerja enzim ini terganggu, hal ini akan mempengaruhi proses pembelahan sel bakteri sehingga menyebabkan terhambatnya pembelahan sel pada bakteri. Kedua, alkaloid jenis *akyl methyl quinolone* memiliki sifat antibakteri yang kuat dan bekerja dengan cara menghambat pernapasan bakteri. Ketiga, pada bakteri Gram negatif alkaloid bekerja dengan merusak membran luar bakteri tersebut sementara pada bakteri Gram positif alkaloid akan mendepolarisasi membran bakteri.

Keempat, alkaloid bekerja dengan mengganggu sistem kolonisasi bakteri sehingga bakteri tidak dapat menyerang, tidak dapat menempel, mengganggu produksi racun, dan menghambat pembentukan biofilm (Othman *et al.* 2019).

d. Saponin

Saponin merupakan agen emulsi yang sangat baik dan dahulunya digunakan sebagai deterjen untuk menggantikan sabun. Senyawa ini memiliki sifat hemolitik dimana akan berubah menjadi racun apabila masuk ke dalam peredaran darah, meskipun begitu senyawa ini aman bila dikonsumsi melalui oral. Terdapat senyawa saponin yang secara struktural terkait dengan senyawa sintesis adrenokortikoid yang umumnya disebut sebagai saponin steroid, senyawa ini cocok digunakan dalam hemisintesis hormon (Gupta *et al.* 2015).

Saponin sebagai antibakteri bekerja dengan cara mengurangi tegangan pada permukaan, hal ini dapat menyebabkan kebocoran sel ataupun naiknya permeabilitas sehingga mengakibatkan keluarnya senyawa intraseluler (Sa'adah *et al.* 2020).

2.2 *Streptococcus mutans*

2.2.1 Pengertian

Streptococcus mutans merupakan bakteri berbentuk oval dan merupakan bakteri pembentuk karies gigi. Bakteri ini juga memiliki peran utama dalam pembentukan biofilm dalam rongga mulut. *Streptococcus mutans* termasuk bakteri Gram positif yang terdapat secara alami pada rongga mulut manusia,

spesifiknya pada biofilm yang terbentuk pada permukaan gigi (Lemos *et al.* 2019).

Streptococcus mutans bekerja dengan cara melekat pada protein yang terdapat dalam saliva dan bekerja sama dengan bakteri lain (Kriswandini *et al.* 2024). *Streptococcus mutans* sangat efisien dalam memproses gula, bakteri ini menggunakan gula untuk memproduksi asam organik dan *extracellular polysaccharide* (EPS) hingga akhirnya terbentuk biofilm yang sangat melekat pada gigi. Apabila biofilm terbentuk dan dibiarkan bertahan lama pada rongga mulut, hal tersebut akan menyebabkan kondisi rongga mulut menjadi asam dan akan mengikis lapisan gigi hingga membentuk ceruk yang mendukung perkembangan bakteri *Streptococcus mutans* dalam membentuk karies (Lemos *et al.* 2019).

2.2.2 Klasifikasi Bakteri *Streptococcus mutans*

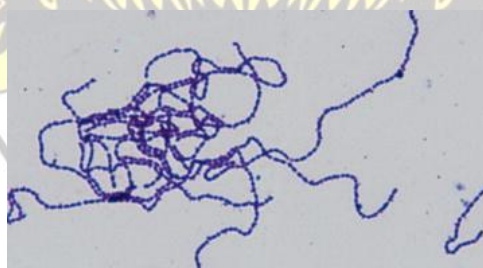
Genus *Streptococcus* merupakan bakteri asam laktat, secara taksonomi bakteri genus ini termasuk dalam kelompok kokus dan batang Gram positif tidak berspora. Terdapat lebih dari 50 spesies bakteri dari genus *Streptococcus* dengan karakteristik yang berbeda-beda dan salah satunya adalah *Streptococcus mutans*. *Mutans* merupakan sebutan untuk bakteri yang memiliki struktur genom heterogen (Sapkota & Aryal 2022). Berikut merupakan klasifikasi taksonomi dari bakteri *Streptococcus mutans* menurut BacDive (2024):

Tabel 2.2 Klasifikasi Bakteri *Streptococcus mutans*

Klasifikasi Bakteri <i>Streptococcus mutans</i>	
Domain	<i>Bacteria</i>
Phylum	<i>Bacillota</i>
Class	<i>Bacilli</i>
Order	<i>Lactobacillales</i>
Family	<i>Streptococcaceae</i>
Genus	<i>Streptococcus</i>
Species	<i>Streptococcus mutans</i>

Strain dari bakteri *Streptococcus mutans* diklasifikasikan lagi menjadi 4 kelompok, berdasarkan ciri khas struktur molekular dari *rhamnopolysaccharides* atau perbedaan jumlah karbohidrat yang terdapat pada dinding sel, yaitu c, e, f, dan k. Hasil dari studi epidemiologis sebanyak 70%-80% *strain* C terindikasi ditemukan pada rongga mulut, diikuti dengan *strain* E sebanyak 20%, serta *strain* F dan K masing-masing sebanyak 5% (Zhou *et al.* 2021).

2.2.3 Morfologi *Streptococcus mutans*



Gambar 2.2 Bakteri *Streptococcus mutans* dengan susunan berbentuk rantai (Zhou *et al* 2021)

Streptococcus mutans merupakan bakteri berbentuk kokus dan berukuran sekitar 0,5–0,75 μm dengan susunan berbentuk rantai. Bakteri ini kaya akan

peptidoglikan, hal tersebut menjadikannya berwarna ungu pada saat dilakukan pewarnaan Gram (Ahmad *et al.* 2024). *Streptococcus mutans* merupakan bakteri Gram positif dengan dinding sel yang tebal, tidak memiliki *flagella*, dan bersifat non motil. Meskipun memiliki keterbatasan dalam bergerak, *Streptococcus mutans* memiliki kemampuan adhesi yang tinggi dengan cara memproduksi *extracellular polysaccharide* (EPS) yang nantinya akan diubah menjadi biofilm pada gigi (Dinis *et al.* 2022).

Streptococcus mutans termasuk sebagai bakteri flora normal yang ada pada manusia dan termasuk juga sebagai bakteri golongan heterogen. *Streptococcus mutans* merupakan bakteri anaerob fakultatif yang artinya mampu bertahan hidup di lingkungan tanpa oksigen ataupun dengan sedikit oksigen dan campuran karbon dioksida sebanyak 5%-10%. Selain itu, *Streptococcus mutans* juga termasuk bakteri mesofil yang berarti dapat bertumbuh pada suhu sedang disekitar 18°- 40°C (Mutmainnah *et al.* 2025; Pintone 2021).

2.2.4 Mekanisme Kerja *Streptococcus mutans*

Terdapat tiga karakteristik utama secara fisiologis yang menjelaskan perannya dalam perkembangan karies. Pertama, *Streptococcus mutans* dapat memetabolisme sukrosa dengan mudah guna membentuk polimer glukosa yang tidak mudah larut. Polimer ini yang nantinya akan menempel pada permukaan keras di gigi dan mengembangkan matriks EPS, sehingga akan membentuk biofilm yang sangat rekat. Kedua, bakteri ini mampu membawa dan memetabolisme gula dalam jumlah besar hingga menjadi asam. Terakhir, *Streptococcus mutans* merupakan bakteri *acid tolerance response* (ATR)

yang berarti bakteri ini dapat hidup dalam lingkungan dengan kondisi pH yang rendah, dimana kondisi tersebut dapat mematikan bagi sebagian besar spesies bakteri (Sapkota & Aryal 2022).

Apabila bakteri tidak dihilangkan dari permukaan gigi maka bakteri akan membentuk plak kariogenik. Dengan kadar gula yang tinggi, *Streptococcus mutans* akan menghasilkan asam laktat yang dapat terdisosiasi dengan mudah, sehingga berubah menjadi proton dan basa konjugasi. Proton bebas ini yang nantinya akan mengasamkan lingkungan disekitarnya hingga menghasilkan mikrobiota yang lebih asidosis (Sapkota & Aryal 2022).

2.3 *Streptococcus sanguinis*

2.3.1 Pengertian

Streptococcus sanguinis atau yang sebelumnya dikenal sebagai *Streptococcus sanguis* ditemukan oleh White dan Niven di tahun 1946 pada pasien dengan kelainan endokarditis. Selanjutnya, pada tahun 1980 nama bakteri ini diubah dari “*sanguis*” menjadi “*sanguinis*” karena harus mengikuti aturan dalam Bahasa Latin. *Streptococcus sanguinis* merupakan bakteri flora normal pada rongga mulut manusia, akan tetapi pada rongga mulut dengan kondisi yang kurang optimal bakteri ini biasanya akan menjadi bakteri oportunistik yang dapat membentuk plak gigi. Maka dari itu, *Streptococcus sanguinis* umumnya ditemukan pada sampel yang sudah terkontaminasi plak atau air liur (Martini *et al.* 2020; Pramesti 2016).

Streptococcus sanguinis merupakan bakteri Gram positif yang berasal dari genus *Streptococci* dan merupakan salah satu bakteri penyebab

gingivitis. *Streptococcus sanguinis* umumnya hidup dengan membentuk koloni pada plak di gigi berlubang (Mounika *et al.* 2015).

2.3.2 Klasifikasi *Streptococcus sanguinis*

Streptococcus sanguinis merupakan bakteri genus *Streptococci* yang berasal dari kelompok mitis, bakteri ini dapat berkembang di beberapa tempat pada tubuh manusia salah satunya pada rongga mulut (Helliwell *et al.* 2023). Adapun klasifikasi dari *Streptococcus sanguinis* menurut BacDive, sebagai berikut :

Tabel 2.3 Klasifikasi Bakteri *Streptococcus sanguinis*

Klasifikasi Bakteri <i>Streptococcus sanguinis</i>	
Domain	<i>Bacteria</i>
Phylum	<i>Bacillota</i>
Class	<i>Bacillota</i>
Order	<i>Lactobacillales</i>
Family	<i>Streptococcaceae</i>
Genus	<i>Streptococcus</i>
Species	<i>Streptococcus sanguinis</i>

2.3.3 Morfologi *Streptococcus sanguinis*

Streptococcus sanguinis merupakan bakteri Gram positif berbentuk kokus, tidak berspora, bersifat nonmotil dan merupakan bakteri anaerob fakultatif (Zhou *et al.* 2021). *Streptococcus sanguinis* hidup secara optimal di suhu 37°C dan mampu bertahan di lingkungan dengan pH 6-7,5 (Sumampouw 2025). Sama seperti bakteri dari genus *Streptococci* lainnya, *Streptococcus sanguinis* melakukan pembelahan sel hanya ke satu arah (sumbu tunggal)

dimana pembelahan ini akan membentuk rantai atau pasangan bakteri kokus (Zhu *et al.* 2018). Berdasarkan urutan gen 16S Rna, *Streptococcus sanguinis* merupakan kelompok bakteri mitis yang mana kelompok bakteri ini dapat diisolasi dari nasofaring ataupun rongga mulut manusia (Pramesti 2016).

Salah satu karakteristik dari *Streptococcus sanguinis* yang membuatnya berbeda dari bakteri genus *Streptococci* lainnya, adalah kemampuannya dalam menggeliat (*twitching motility*) pada media agar, dimana gerakan ini disebabkan oleh *fimbriae* kutubnya. Motilitas ini dikontrol oleh Fili tipe IV (T4P) yang disusun dari protein kecil yang disebut pilin, dimana fili ini merupakan filamen panjang yang terdapat pada bakteri (Martini *et al.* 2021).

2.3.4 Mekanisme Kerja *Streptococcus sanguinis*

Streptococcus sanguinis merupakan bakteri komensal yang menjadi pionir utama dalam menginisiasikan kolonisasi pada rongga mulut. Bakteri ini bekerja dengan cara melekat atau adhesi pada permukaan gigi, saliva, dan sel epitel. Proses adhesi ini didukung oleh *fimbriae* yang dikenal dengan sebutan *type 4 pili* (T4P), selain untuk bergerak T4P ini merupakan salah satu faktor virulensi dari bakteri *Streptococcus sanguinis* yang nantinya akan membantu bakteri ini untuk menempel pada sel inang, membentuk biofilm, ataupun mengaktifkan respon radang pada tubuh inang (Martini *et al.* 2021). T4P terdiri atas 3 protein yaitu PilA, PilB dan PilC ($\Delta pilABC$). Diketahui bahwa PilC dan PilB dapat melekat pada saliva, selain itu PilC juga mampu melekat pada komponen saliva lainnya seperti pada enzim α -amylase. Permukaan gigi dilapisi oleh saliva dalam jumlah yang besar, maka dari itu $\Delta pilABC$ yang terdapat pada T4P dapat membantu *Streptococcus sanguinis*

melekat pada permukaan gigi dan menginisiasi pembentukan biofilm. Pada saat melekat bakteri ini akan membentuk lingkungan yang ramah mikroorganisme, hal tersebut menjadikan *Streptococcus sanguinis* sebagai bakteri yang membuka gerbang untuk kehadiran bakteri lainnya termasuk bakteri patogen (Zhu *et al.* 2018).

Karbohidrat merupakan nutrisi utama dalam pembentukan biofilm oleh *Streptococcus sanguinis*, selain itu sukrosa merupakan karbohidrat yang sifatnya paling kariogenik. Sukrosa nantinya akan diolah menjadi glukosa, proses pengolahan sukrosa ini dilakukan oleh enzim GtfP yang merupakan satu-satunya jenis *glucosyltransferase* (GTF) yang ada pada *Streptococcus sanguinis*. Apabila GtfP meningkat maka produksi glukosa pun akan meningkat, ini lah yang akan menyebabkan terbentuknya biofilm pada permukaan gigi (Zhu *et al.* 2018). Setelah membentuk lapisan biofilm pada permukaan gigi, selanjutnya *Streptococcus sanguinis* akan mengirimkan sinyal ke bakteri lainnya untuk melakukan koagregasi antar bakteri di dalam biofilm, yang apabila dibiarkan saja biofilm tersebut akan membentuk plak gigi. Selain itu, *Streptococcus sanguinis* mendukung terjadinya perlekatan patogen terutama pada penyakit periodontal seperti gingivitis (Attamimi & Yuda 2022).

2.4 Plak Gigi

2.4.1 Pengertian Plak Gigi

Plak gigi dihasilkan dari kumpulan mikroorganisme yang melekat pada permukaan gigi. Plak merupakan lapisan lunak yang tersusun dari gabungan matriks ekstraseluler, sisa-sisa makanan, serta bakteri. Apabila diabaikan

plak dapat memicu terjadinya penyakit seperti gingivitis bahkan karies gigi (Pamewa *et al.* 2024). *Streptococcus mutans* dan *Streptococcus sanguinis* merupakan bakteri yang berasal dari genus *Streptococci*, kedua bakteri ini memiliki peranan penting dalam proses pembentukan plak. Hubungan antara kedua penyakit dan bakteri ini pun menjadi topik hangat dalam dunia mikrobiologi mulut (Tu *et al.* 2017).

2.4.2 Klasifikasi Plak

Antoni van Leeuwenhoek (1683) mengatakan bahwa plak merupakan komponen berukuran kecil dan berwarna putih di antara gigi. Klasifikasi plak dibagi menjadi dua berdasarkan tempatnya, yaitu supragingiva dan subgingiva (Kasuma 2016).

a. Plak Supragingiva

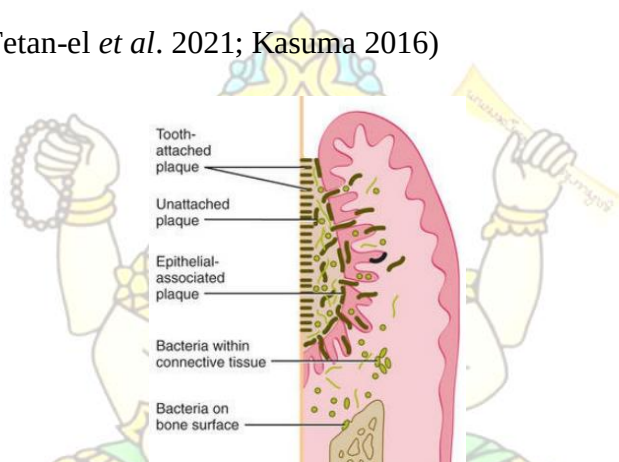
Plak supragingiva berada di tepi gingiva atau di atas margin gingiva, apabila dibiarkan plak supragingiva akan membentuk kalkulus bahkan dapat menyebabkam karies pada akar gigi. Bakteri yang mendominasi plak ini adalah bakteri berbentuk kokus dan batang Gram positif seperti *Streptococcus mutans*, *Streptococcus sanguinis*, *Eubacterium spp*, *Actinomyces oris* dan *Actinomyces naeslundii* (Tetan-el *et al.* 2021; Kasuma 2016).



Gambar 2.3 Penampilan klinis pada plak supragingiva (tanda panah hitam) pada gigi anterior mandibular (Sapkota & Aryal 2022)

b. Plak Subgingiva

Plak subgingiva terbentuk dibawah margin gingiva, di antara epitel poket gingiva dan gigi. Bakteri yang mendominasi plak ini adalah bakteri golongan *spirochetes*, batang, dan kokus pada apikal, sementara bakteri berfilamen mendominasi bagian korona gigi. Plak subgingival memegang peran penting dalam kerusakan jaringan periodontal, salah satunya adalah gingivitis (Tetan-el *et al.* 2021; Kasuma 2016)



Gambar 2.4 Ilustrasi plak subgingiva. (Newman & Carranza 2018)

1.4.3 Pembentukan Plak

Plak terbentuk melalui proses yang kompleks dan melibatkan berbagai spesies mikroorganisme yang terdapat pada rongga mulut, beberapa di antaranya seperti *Streptococcus sanguinis* dan *Streptococcus mutans*. Plak gigi memiliki gambaran klinis seperti zat berwarna kuning keabu-abuan yang melekat pada permukaan gigi ataupun piranti dalam rongga mulut. Menurut Teughels *et al.* (2018) proses terbentuknya plak gigi dibagi menjadi beberapa fase, seperti : a) Akumulasi pelikel pada permukaan gigi, b) Perlekatan bakteri, c) Maturase plak.

a. Akumulasi Pelikel Permukaan Gigi

Seluruh rongga mulut dilapisi oleh lapisan organik yang disebut sebagai pelikel. Pelikel pada permukaan gigi mengandung lebih dari 180 peptida, protein, dan glikoprotein yang berfungsi sebagai tempat melekatnya bakteri. Pada pemeriksaan dengan menggunakan mikroskop elektrik diketahui bahwa pelikel terdiri atas 2 lapisan, yaitu lapisan basal tipis yang sulit dihilangkan dan lapisan globular yang lebih tebal ($>1 \mu\text{m}$) yang lebih mudah untuk dihilangkan. Bakteri yang menempel pada permukaan gigi tidak langsung melekat pada enamel, tetapi pada pelikel yang terdapat pada enamel. Pelikel mengandung protein seperti peroksidase, amilase, dan lisozim yang mempengaruhi pertumbuhan dan metabolisme bakteri.

b. Perlekatan Bakteri

Fase ini merupakan fase koloni awal bakteri di rongga mulut (*primary colonizers*), dimana seluruh bakteri terbawa ke permukaan gigi dengan saliva. Setelah itu molekul adhesi yang terdapat pada sel bakteri akan berinteraksi dengan pelikel gigi, yang mana hanya sebagian kecil bakteri yang cocok dengan reseptor ini. Sebagian besar didominasi oleh bakteri dari genus *Streptococci* yang menyumbang 20% bakteri, selain itu terdapat juga bakteri lain yaitu bakteri fakultatif anaerob seperti *Actinomyces spp* dan *Veillonella spp*. Bakteri-bakteri tersebut merupakan bakteri pertama yang menempel pada permukaan gigi, mereka memiliki peran penting dalam aktivitas metabolik yang nantinya akan mengubah lingkungan

rongga mulut sehingga memungkinkan bakteri lain untuk tetap hidup dan terus membentuk biofilm

Proses melekatnya bakteri perlu melalui 3 fase, yaitu 1) Transport ke Permukaan : pada fase ini bakteri baru melekat pada permukaan gigi dengan menggunakan laju saliva, gerakan mulut, atau dengan bergerak sendiri. 2) Adhesi awal (*reversible*) : bakteri melekat sementara pada permukaan gigi, hal ini disebabkan karena gaya tarik dan tolak bakteri pada permukaan gigi yang cukup kuat akan tetapi tidak permanen. Namun, beberapa bakteri dapat melekat dengan kuat apabila memiliki struktur seperti *fimbriae* atau adhesi yang sesuai dengan pelikel. 3) Ikatan Kuat (*irreversible*) : fase ini adalah fase terakhir dimana bakteri melekat dengan kuat pada permukaan gigi dan tidak mudah terbawa laju saliva ataupun gerakan mulut. Bakteri yang melekat secara permanen pada permukaan gigi contohnya bakteri dari genus *Streptococci*.

c. Maturasi Plak

Setelah bakteri awal melekat pada permukaan gigi, bakteri-bakteri tersebut akan menjadi tempat melekatnya bakteri lain melalui proses yang disebut koadhesi. Proses ini membentuk mikrokoloni yang akan mengubah biofilm menjadi plak. Selain itu, bakteri-bakteri ini juga dapat melekat pada saliva melalui proses koagresi dimana bakteri yang berbeda jenis dapat berinteraksi secara langsung. Interaksi ini dimediasi oleh adhesi dan reseptor yang terdapat pada masing-masing bakteri. Bakteri-bakteri awal yang membentuk plak adalah *Streptococcus mutans*, *Streptococcus sanguinis* dan *Actinomyces spp.*

Selanjutnya, bakteri yang datang setelah bakteri awal disebut sebagai *secondary colonizers* seperti *P. loescheii*, *Capnocytophaga spp.*, *F. nucleatum*, dan *P. gingivalis*. Bakteri tersebut tidak dapat melekat secara langsung ke permukaan gigi, akan tetapi melekat ke bakteri yang sudah ada pada plak gigi. Perlekatan antar kedua jenis bakteri ini dapat mengubah komposisi plak, yang awalnya didominasi oleh bakteri Gram positif lalu ke bakteri Gram negatif.



Gambar 2.5 Pembagian kompleks warna bakteri. (Newman & Carranza 2018)

Terdapat penelitian yang membagi bakteri-bakteri ini ke beberapa kompleks warna berdasarkan bakteri mana yang sering ditemukan pada jaringan periodontal dengan kondisi sehat ataupun sakit. Misalnya, kompleks kuning yang berisi bakteri genus *Streptococci*, kompleks ungu untuk bakteri *Actinomyces odontolyticus*, kompleks hijau untuk bakteri *Eikenella corrodens*, *A. actinomycetemcomitans* (serotipe a), dan *Capnocytophaga spp*, kompleks oranye untuk *Fusobacterium*, *Prevotella*, dan *Campylobacter spp*, dan kompleks merah untuk *P. gingivalis*, *T. forsythia*, dan *T. denticola*. Kelompok merah merupakan bakteri ganas

penyebab perdarahan gusi sewaktu dilakukan pemeriksaan *Bleeding on Probing* (BoP) (Boutin *et al.* 2017).

1.4.4 Kontrol Plak

Plak merupakan lapisan tipis yang mengandung sisa makanan dan bakteri yang terdapat pada permukaan gigi. Plak yang dibiarkan dapat mengganggu keseimbangan mikroflora pada rongga mulut. Mikroba memiliki manfaat untuk menjaga rongga mulut dari gangguan yang mengancam kesehatan gigi dan jaringan lainnya. Plak dapat meningkatkan kemungkinan karies dan penyakit periodontal seperti gingivitis (Napitupulu 2023).

Kontrol plak sangat bermanfaat untuk menjaga kesehatan gigi dan mulut terutama dalam mencegah penyakit seperti karies dan gingivitis. Teknik yang tepat dapat mempertahankan fungsi dari flora normal pada rongga mulut. Menurut Adnyasari *et al.* (2023) terdapat beberapa cara dalam melakukan kontrol plak, yaitu:

a. Menyikat Gigi

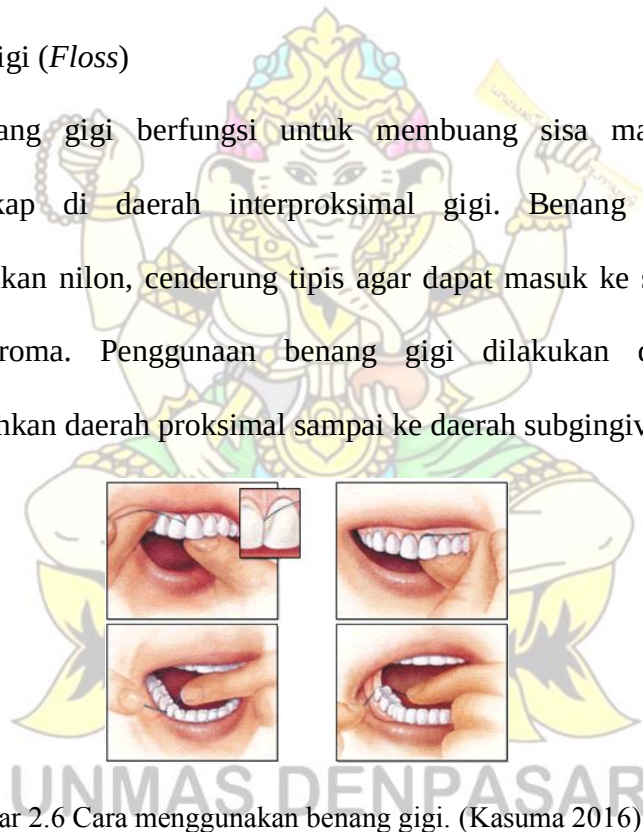
Menyikat gigi merupakan metode yang paling sederhana dan dapat dilakukan dimanapun. Menyikat gigi sebaiknya dilakukan sebanyak 2 kali dalam sehari, menggunakan pasta gigi yang mengandung *fluoride* dan bulu sikat yang lembut untuk menghindari cedera pada daerah servikal gigi. Teknik menyikat gigi yang direkomendasikan adalah teknik *roll*, *horizontal*, *stillman*, *bass* dan *ramjord*.

b. Obat Kumur

Obat kumur dengan kandungan *chlorhexidine* merupakan *gold standard* dan terbukti lebih efektif dalam menurunkan pertumbuhan bakteri penyebab plak. Selain itu, obat kumur dengan kandungan antibakteri dan antiseptik pun mampu mencegah pembentukan plak. Sebaiknya pilih obat kumur yang tidak mengandung alkohol karena penggunaan dalam jangka panjang dapat menyebabkan terkikisnya struktur gigi.

c. Benang Gigi (*Floss*)

Benang gigi berfungsi untuk membuang sisa makanan yang terperangkap di daerah interproksimal gigi. Benang gigi dibuat menggunakan nilon, cenderung tipis agar dapat masuk ke sela-sela gigi dan beraroma. Penggunaan benang gigi dilakukan dengan cara membersihkan daerah proksimal sampai ke daerah subgingiva.



Gambar 2.6 Cara menggunakan benang gigi. (Kasuma 2016)

d. *Scalling and Root Planning*

Kontrol plak ini harus dilakukan oleh dokter gigi, biasanya *scalling* dan *root planning* dilakukan apabila plak sudah mengeras atau berubah menjadi kalkulus dan sulit dihilangkan dengan menyikat gigi.