

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kesehatan merupakan salah satu komponen masyarakat sejahtera untuk mencapai hak hidup sehat. Menjaga kebersihan gigi dan mulut merupakan salah satu cara untuk meningkatkan kesehatan. Mulut bukan hanya pintu masuknya makanan dan minuman, tetapi mulut juga memiliki lebih banyak fungsi, dan hanya sedikit orang yang menyadari betapa besar peran mulut dalam kesehatan dan kesejahteraan. Kesehatan mulut memiliki peran utama dalam menggambarkan kondisi kesehatan, kesejahteraan, dan kualitas hidup secara menyeluruh.

Menurut WHO, mendefinisikan kesehatan mulut sebagai tidak adanya sakit mulut dan wajah kronis, kanker mulut dan tenggorokan, infeksi dan luka mulut, penyakit periodontal, kerusakan gigi, kehilangan gigi dan penyakit yang membatasi kemampuan seseorang untuk menggigit, mengunyah, berbicara, dan senyum. Kebersihan gigi dan mulut adalah suatu keadaan yang menunjukkan tidak adanya kotoran pada rongga mulut manusia seperti plak dan karang gigi. Apabila tidak dijaga kebersihan gigi dan mulut dengan baik, plak akan terbentuk dan menyebar ke seluruh bagian permukaan gigi (Marthinu 2020; Pariati 2021).

Kebersihan rongga mulut (*oral hygiene*) merupakan faktor penting yang perlu diperhatikan pada pengguna alat ortodontik. Pengguna alat ortodontik biasanya memiliki kendala dalam pemeliharaan rongga mulut karena komponen alat ortodontik memungkinkan perlekatan plak di mana hal tersebut dapat mempengaruhi lama dan hasil perawatan. Ada hubungan jangka panjang antara

pengguna kawat gigi cekat dengan kondisi dan kebutuhan perawatan ortodontik. Hal ini karena penempatan alat ortodontik cekat dapat membuat area retensi plak di sekitar braket tempat plak dan bakteri dapat tumbuh (Viando 2022; Triana 2017).

Jumlah plak dan bakteri dapat meningkat dapat menyebabkan terjadinya karies gigi yang merupakan masalah utama yang paling banyak dijumpai di rongga mulut. Di Indonesia, tingkat kejadian karies gigi mencapai 90,05%, yang berarti penyakit ini dapat mempengaruhi seluruh lapisan masyarakat dari berbagai kelompok usia dan tingkat ekonomi. Karies disebabkan oleh kombinasi faktor seperti faktor host gigi dan air liur, makanan dan mikroorganisme. Mikroorganisme penyebab utama terbentuknya karies gigi adalah bakteri *Streptococcus mutans* (Depkes RI 2013; Suhendar 2019).

Streptococcus mutans merupakan salah satu bakteri Gram positif patogen penyebab karies yang menyebabkan korosi pada email gigi. *Streptococcus mutans* memiliki kemampuan untuk mengubah karbohidrat yang dikonsumsi menjadi sukrosa yang merupakan media terbaik bagi pertumbuhan bakteri ini. *Streptococcus mutans* mempunyai kemampuan metabolisme sukrosa menjadi asam yang dapat mengakibatkan demineralisasi email sehingga dapat menyebabkan awal terjadinya karies gigi (Apriandi dkk. 2020).

Salah cara yang dapat dilakukan untuk mencegah terjadinya karies gigi adalah melakukan perawatan mekanik dengan rutin menyikat gigi menggunakan pasta gigi. Inovasi dalam pasta gigi yang menambahkan zat lain yang bermanfaat bagi kesehatan gigi adalah salah satu hasil dari kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi. Para produsen pasta gigi berupaya untuk menciptakan produk yang aman dan efektif dengan penambahan zat-zat tertentu. Salah satu zat yang umum

ditambahkan pada pasta gigi adalah bahan herbal. Penambahan herbal pada pasta gigi bertujuan untuk menghambat pertumbuhan plak. Hal ini terkait dengan kemampuan beberapa jenis herbal yang dapat menghambat pertumbuhan mikroba. Selain itu, karena herbal berasal dari tumbuhan, banyak orang menganggap bahwa bahan tersebut aman dan alami (Nurani 2022; Astuti 2021).

Bahan alami yang telah menarik perhatian peneliti adalah nano propolis. Nano propolis adalah propolis yang telah mengalami proses pengolahan menjadi partikel yang sangat kecil sehingga memiliki luas permukaan yang besar dan aktivitas antimikroba yang lebih tinggi. Propolis merupakan produk dari sarang lebah alami sebagai bahan resin kompleks yang menghambat pertumbuhan dan kemampuan *Streptococcus mutans* untuk melekat pada permukaan gigi. Propolis banyak digunakan sebagai bahan antibakteri yang ditambahkan di dalam pasta gigi. Selain mampu menghambat pertumbuhan bakteri plak, propolis memiliki potensi dalam mendukung pengobatan penyakit periodontal. Hal ini disebabkan oleh kemampuan propolis dalam memperkuat sistem kekebalan tubuh, yang dapat mempercepat proses penyembuhan jaringan yang terluka atau rusak, seperti perdarahan gusi, luka pasca operasi, atau pemulihan pasca perawatan periodontal (Alkhaled 2021; Caroline 2023).

Komposisi propolis dapat sangat beragam karena setiap spesies lebah memiliki sumber resin yang khas di daerahnya. Propolis telah diuji untuk mengurangi kejadian karies pada tikus. Ekstrak etanol propolis (EEP) terbukti lebih efektif melawan bakteri Gram positif dibandingkan bakteri Gram negatif. EEP adalah agen antimikroba yang efektif dan digunakan secara komersial sebagai komponen pasta gigi dan obat kumur (Djais dkk. 2019).

Selain nano propolis, daun sirih juga telah dikenal memiliki sifat antimikroba, yang dapat membantu menghambat pertumbuhan bakteri dalam mulut. Ekstrak daun sirih mengandung minyak atsiri dengan fenol yang memiliki efek sebagai antibakteri terhadap beberapa jenis bakteri dan salah satunya merupakan bakteri yang banyak terdapat di rongga mulut yaitu *Streptococcus mutans*. Adanya fenol yang merupakan senyawa toksik dapat menyebabkan struktur protein terganggu dan muncul struktur yang acak. Hal ini menyebabkan kandungan protein terdenaturasi dan aktivitas biologisnya terganggu, sehingga memiliki efek menghentikan pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans*. Daun sirih (*Piper Betle Linn*) juga tinggi katekin dan tanin yang merupakan senyawa polifenol dan dapat bertindak sebagai penghambat aktivitas biologis bakteri penyebab karies seperti *Streptococcus mutans*. Pasta gigi yang mengandung daun sirih menunjukkan penurunan indeks plak yang signifikan dibandingkan dengan pasta gigi konvensional yang mengandung fluoride (Puspitasari 2018; Anggina 2018).

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Cahya (2023) mengenai daya hambat pasta gigi nano propolis 2,5% dan pasta gigi propolis di pasaran dengan metode *disc diffusion*, pasta gigi nano propolis 2,5% memiliki daya hambat yang lebih kuat terhadap *Streptococcus mutans*. Berdasarkan uraian di atas mendorong peneliti untuk melakukan penelitian lanjutan yang bertujuan untuk mengetahui perbedaan daya hambat pasta gigi nano propolis dengan konsentrasi yang ditingkatkan yaitu sebesar 5% dengan pasta gigi herbal daun sirih di pasaran terhadap pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans* pada karies gigi. Pada kemasan pasta gigi herbal daun sirih yang terjual di pasaran tertera keterangan yaitu, daya antiseptik minyak atsiri daun sirih 3 kali lebih baik daripada fluoride.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka dapat dirumuskan permasalahannya yaitu, apakah ada perbedaan daya hambat pasta gigi nano propolis 5% dan pasta gigi herbal daun sirih di pasaran terhadap bakteri *Streptococcus mutans*?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Untuk mengetahui perbedaan daya hambat pasta gigi nano propolis 5% dan pasta gigi herbal daun sirih di pasaran terhadap pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans*.

1.3.2 Tujuan Khusus

Untuk mengetahui apakah daya hambat pasta gigi yang mengandung nano propolis 5% lebih tinggi terhadap pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans* dibandingkan pasta gigi herbal daun sirih di pasaran.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Akademik

Manfaat akademik pada penelitian ini adalah untuk memberikan informasi terbaru terhadap perkembangan ilmu kedokteran gigi mengenai daya antibakteri pasta gigi nano propolis dan pasta gigi herbal daun sirih terhadap bakteri *Streptococcus mutans*.

1.4.2 Manfaat Praktis

Memberikan pengetahuan kepada masyarakat mengenai perbedaan daya antibakteri pasta gigi nano propolis dan pasta gigi herbal daun sirih dalam menghambat bakteri rongga mulut khususnya *Streptococcus mutans*, serta dapat memperluas wawasan masyarakat dalam memilih pasta gigi yang lebih efektif dalam menjaga kebersihan gigi dan mulut.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karies Gigi

2.1.1 Pengertian Karies Gigi

Karies gigi merujuk pada suatu kondisi di mana jaringan keras gigi, seperti email, dentin, dan sementum, mengalami penyakit yang disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme kecil dalam karbohidrat yang dapat dicerna. Penyakit ini ditandai oleh demineralisasi pada jaringan keras gigi yang kemudian menyebabkan kerusakan pada komponen organiknya. Sebagai akibatnya, bakteri dapat menginvasi dan pulpa gigi dapat mengalami kerusakan, serta infeksi dapat menyebar ke jaringan di sekitar akar gigi, yang dapat menyebabkan rasa sakit (Listrianah 2017).

Karies gigi adalah penyakit yang disebabkan oleh berbagai faktor, baik genetik maupun lingkungan, dan memiliki banyak faktor yang berperan. Bakteri utama yang menyebabkan karies gigi adalah *Streptococcus mutans*, dan faktor-faktor inang yang mempengaruhi termasuk aliran saliva, kemampuan saliva untuk menetralkan asam, posisi gigi, karakteristik permukaan gigi, dan keadaan fisur pada gigi belakang (Soesilawati 2020).



Gambar 2.1 Karies Gigi
(Soesilawati 2020)

2.1.2 Faktor Penyebab Karies Gigi

a. Faktor Tuan Rumah (*Host*)

Ukuran dan bentuk gigi, struktur enamel, serta saliva merupakan beberapa faktor yang berhubungan dengan gigi sebagai tuan rumah dalam terjadinya karies gigi. Bagian gigi yang rentan terhadap serangan karies adalah pit dan fissure pada permukaan oklusal gigi geraham dan gigi premolar. Permukaan gigi yang kasar juga dapat memudahkan penempelan plak dan membantu perkembangan karies gigi (Listrianah 2017).

b. Faktor Agen atau Mikroorganisme

Plak gigi merupakan suatu lapisan lembut yang melekat pada permukaan gigi dan terdiri dari mikroorganisme yang tumbuh dan berkembang dalam matriks interseluler jika kebersihan gigi dan mulut diabaikan. Plak gigi tidak dapat dihilangkan hanya dengan berkumur atau menggunakan semprotan air, melainkan hanya dapat dibersihkan secara mekanis. Bakteri memiliki peran penting dalam terjadinya kerusakan gigi, dan bakteri utama yang menjadi

penyebab karies gigi adalah *Streptococcus mutans* karena memiliki sifat asidogenik dan asidurik (Listriana 2017).

c. Faktor Substrat (Diet)

Orang yang mengonsumsi banyak karbohidrat, terutama sukrosa, cenderung mengalami kerusakan gigi. Karbohidrat menyediakan substrat bagi bakteri untuk menghasilkan asam. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa karbohidrat dalam makanan dan minuman dapat menurunkan pH plak dengan cepat hingga mencapai tingkat yang menyebabkan demineralisasi enamel (Listriana 2017).

d. Faktor Waktu

Secara umum, karies gigi merupakan suatu penyakit kronis yang berkembang dalam rentang waktu beberapa bulan atau bahkan tahun. Adanya kemampuan saliva untuk mengendapkan mineral kembali selama proses karies menunjukkan bahwa proses karies terdiri dari kerusakan dan perbaikan yang berulang. Frekuensi paparan terhadap asam (kariogenik) akan mempengaruhi perkembangan karies. Setelah makan atau mengonsumsi makanan ringan, bakteri dalam mulut mengubah gula menjadi asam, yang menurunkan pH. Seiring berjalannya waktu, pH akan kembali ke keadaan normal karena kemampuan saliva dalam menetralkan asam dan adanya kandungan mineral terlarut pada permukaan gigi. Namun, setiap paparan asam akan melarutkan sebagian mineral anorganik pada gigi, dan mineral tersebut dapat tetap terlarut

selama dua jam. Perkembangan karies gigi sangat dipengaruhi oleh frekuensi paparan asam karena gigi menjadi rentan selama periode tersebut (Listriana 2017).

2.1.3 Proses Terjadinya Karies Gigi

Proses terjadinya karies dimulai dengan demineralisasi pada enamel, lapisan gigi yang paling keras. Sisa makanan, termasuk karbohidrat, menempel pada permukaan enamel dan membentuk plak, yang merupakan tempat yang ideal bagi pertumbuhan mikroorganisme. Mikroorganisme yang menempel pada permukaan ini akan menghasilkan asam dan menyebabkan larutnya enamel, yang mengakibatkan demineralisasi. Proses demineralisasi ini merupakan tahap awal terjadinya karies pada enamel dan ditandai dengan munculnya bercak putih (*white spot*). Setelah tahap ini terjadi, progresivitas karies tidak akan berhenti secara alami, kecuali tindakan dilakukan untuk menghilangkan jaringan karies dan melakukan penambalan pada gigi yang terkena karies, atau jika diperlukan, gigi yang tidak dapat ditambal lagi akan dicabut (Nurhasanah dkk. 2021).

2.2 Bakteri *Streptococcus mutans*

2.2.1 Pengertian *Streptococcus mutans*

Streptococcus mutans adalah salah satu bakteri yang dapat menyebabkan penyakit dan komplikasi di dalam mulut, terutama pada permukaan gigi. Bakteri ini termasuk dalam golongan bakteri gram positif dan memiliki kemampuan untuk membentuk polisakarida

ekstraseluler yang menyebabkan terbentuknya plak. Secara umum, *Streptococcus mutans* berbentuk rantai dari dua atau lebih kokus dan tidak bergerak (non motil). Ketika tumbuh, bakteri ini membentuk rantai panjang, tetapi pada media agar, mereka membentuk rantai yang lebih pendek. *Streptococcus mutans* memiliki bentuk bulat atau oval dengan diameter sekitar 0,5-7,5 μm . Bakteri ini tumbuh pada suhu 37°C dengan keberadaan sedikit CO₂ dan dapat menunjukkan sifat α -hemolisis atau non hemolisis pada agar (Putri dkk. 2020).

Streptococcus memiliki peran utama dalam penyebab karies gigi. *Streptococcus mutans* melalui proses fermentasi karbohidrat, menghasilkan asam yang menyebabkan lingkungan mulut menjadi asam dan meningkatkan risiko terjadinya karies gigi. *Streptococcus* adalah koloni awal yang muncul dalam 4 jam pertama pembentukan biofilm gigi, dan jumlah bakteri *Streptococcus* akan semakin bertambah dengan adanya karbohidrat, terutama sukrosa. Asam yang dihasilkan ini menyebabkan demineralisasi gigi. Karbohidrat merupakan substrat yang difermentasikan oleh bakteri untuk mendapatkan energi, dan konsumsi karbohidrat yang berlebihan akan meningkatkan kejadian karies gigi, terutama pada pasien yang menggunakan perangkat ortodontik (Monica dkk. 2017).

2.2.2 **Klasifikasi *Streptococcus mutans***

Pada tahun 1924, Clark berhasil mengisolasi *Streptococcus mutans* dari gigi manusia yang mengalami karies gigi untuk pertama kalinya. Nama *Streptococcus mutans* didasarkan pada hasil

pemeriksaan mikrobiologi dengan menggunakan pewarnaan Gram. Bakteri ini memiliki bentuk oval yang berbeda dari spesies *Streptococcus* lainnya, sehingga diberi nama "*mutan*" dari *Streptococcus*. Klasifikasi taksonomi dari *Streptococcus mutans* adalah sebagai berikut:

Kingdom : *Monera*
Divisio : *Firmicutes*
Class : *Bacilli*
Order : *Lactobacilalles*
Family : *Streptococcaceae*
Genus : *Streptococcus*
Species : *Streptococcus mutans* (Fatmawati 2011).



Gambar 2.2 *Streptococcus mutans*
(Bidarisugma dkk. 2012)

2.2.3 Morfologi *Streptococcus mutans*

Secara mikroskopis, *Streptococcus mutans* memiliki karakteristik gram positif, tidak memiliki kemampuan bergerak aktif, tidak membentuk spora, dan memiliki susunan sel dalam rantai dua atau lebih. Bentuknya bulat dengan diameter sekitar 0,5-0,7 μm , dan kadang-kadang bisa memanjang menjadi batang pendek, berpasangan,

atau membentuk rantai pendek. Ketika dibiarkan tumbuh dalam media *Brain Heart Infusion Broth* (BHIB), bakteri ini dapat membentuk rantai yang lebih panjang (Bidarisugma dkk. 2012).

Koloni bakteri *Streptococcus mutans* tampak dengan ukuran diameter sekitar 1-5 mm, permukaannya kasar atau halus seperti butiran, menyerupai bunga kasar dengan pusat yang mirip kapas. Koloni ini memiliki konsistensi yang keras dan sangat lengket, dengan warna kuning pucat dan lingkaran putih. Tepinya tidak beraturan, dengan bentuk bulat atau oval yang teratur. *Streptococcus mutans* adalah bakteri anaerob fakultatif, non hemolitik, asidogenik, dan mampu menghasilkan polisakarida ekstraseluler dan intraseluler. Bakteri ini terdiri dari dinding sel dan membran protoplasma (Bidarisugma dkk. 2012).

2.3 Pasta Gigi

2.3.1 Pengertian Pasta Gigi

Pasta gigi merupakan produk berbentuk semi padat yang terdiri dari bahan penggosok, pembersih, dan bahan tambahan lainnya. Tujuan dari pasta gigi adalah agar zat aktif dalam pasta gigi dapat bekerja pada permukaan gigi untuk melindungi gigi dari kerusakan yang disebabkan oleh bakteri mulut (Juliantoni dkk. 2020).

Penggunaan pasta gigi ini biasanya dilakukan bersamaan dengan sikat gigi guna menjaga dan meningkatkan kesehatan gigi dan mulut. Bahan-bahan yang digunakan dalam pasta gigi terus berkembang

seiring dengan perkembangan zaman. Mulai dari menggunakan bahan seperti cangkang telur dan abu, hingga saat ini pasta gigi yang paling efektif menggunakan bahan abrasif untuk membersihkan gigi, bahan pemutih, dan pewarna agar memberikan tampilan gigi yang lebih menarik. Fungsi utama pasta gigi adalah membersihkan gigi dan menghilangkan plak, meningkatkan kesehatan rongga mulut, memperkuat gigi, menghilangkan atau mengurangi bau mulut, serta memberikan sensasi kesegaran pada mulut (Suparno dkk. 2020).

Tabel 2.1 Syarat mutu pasta gigi (SNI 12-3524-1995).

NO	JENIS UJI	SATUAN	SYARAT
1.	Sukrosa atau karbohidrat lain yang dapat terfermentasi	-	Negatif
2.	pH	-	4,5 – 10,5
3.	Cemaran logam terhadap Pb, Hg, dan As	ppm	Pb maksimal 5,0, Hg maksimal 0,002, As maksimal 2,0
4.	Cemaran mikroba: Angka lempeng total	-	< 10 ⁵
	<i>E. coli</i>	-	Negatif
5.	Zat pengawet	-	Sesuai dengan yang diizinkan Depkes
6.	Formaldehida maks. Sebagai formaldehida bebas	%	0,1
7.	Bebas Fluor	ppm	800 – 1500
8.	Zat warna	-	Sesuai dengan yang diizinkan Depkes
9.	Organoleptik Keadaan		Harus lembut, serba sama (homogen) tidak terlihat adanya gelembung udara, gumpalan, dan partikel yang terpisah
10.	Benda asing		Tidak tampak

2.3.2 Kandungan Bahan Aktif dalam Pasta Gigi

Pasta gigi juga mengandung bahan-bahan aktif yang memiliki peran penting dalam mencegah penyakit gigi dan mulut. Berikut ini merupakan tabel yang menggambarkan kandungan bahan aktif yang umumnya digunakan dalam pasta gigi (Riyanti dkk. 2009):

Tabel 2.2 Kandungan bahan aktif dalam pasta gigi.

KANDUNGAN BAHAN	FUNGSI
Potassium nitrat, sodium sitrat, stronsium klorida	Mengurangi hipersensitivitas dentin
Pirofosfat, triklosan, <i>zinc citrate</i>	Mengurangi plak dan kalkulus supragingiva
Triklosan, flour	Mengurangi inflamasi gusi
Peroksida, sodium tripolifosfat, sodium heksaametafosfat	Mengurangi pewarnaan pada permukaan gigi

2.3.3 Komposisi Pasta Gigi

Berikut ini adalah tabel yang menggambarkan komposisi umum bahan-bahan yang biasanya terdapat dalam pasta gigi (Mayasari dkk. 2021):

Tabel 2.3 Komposisi pasta gigi.

KOMPOSISI BAHAN	PRESENTASI (%)
Abrasif	20-40
Air	20-40
Pembasah	20-40
Deterjen/ <i>foaming agent</i>	1-2
Pengikat	>2
Pengharum	>2
Pemanis	>2
Pewarna dan Pengawet	<1
Zat aktif	>5

Pada umumnya, pasta gigi mengandung berbagai bahan aktif, seperti agen anti karies, agen desensitisasi, agen antimikroba, agen

abrasive, zat penyedap dan pemanis non-kalori, bahan pengikat, humektan, peroksida, dan *Sodium lauryl sulfate* (SLS). SLS adalah sejenis deterjen yang ditambahkan ke pasta gigi dan berfungsi sebagai pembersih dengan efek antibakteri, terutama pada permukaan gigi, bergantung pada sifat hidrofilik dan hidrofobiknya (Mayasari 2021; Suparno 2020).

Namun, penggunaan SLS dalam pasta gigi yang beredar di pasaran memiliki beberapa dampak negatif. Penelitian menunjukkan bahwa SLS dapat memperlambat aliran saliva dalam mulut. Kecepatan aliran saliva yang lambat mengurangi efek pembersihan alami dalam rongga mulut, meningkatkan risiko terjadinya karies dan penyakit periodontal. Penggunaan SLS dalam jangka waktu yang lama dapat menyebabkan gangguan pengecapan permanen, iritasi pada lapisan luar mulut (epidermis), ulserasi mukosa yang parah, dan perubahan sensitivitas rasa (Suparno dkk. 2020).

Pasta gigi herbal memiliki keunggulan dibandingkan dengan beberapa pasta gigi non-herbal yang ada di pasaran, yaitu tidak menggunakan SLS. Selain itu, pasta gigi herbal juga terbukti lebih efektif dalam menurunkan indeks plak gigi dibandingkan dengan pasta gigi non-herbal (Suparno dkk. 2020).

2.4 Propolis

2.4.1 Pengertian Propolis

Propolis ialah istilah yang berasal dari bahasa Yunani. Terdiri dari dua kata, yakni "pro" yang mengartikan pertahanan, serta "polis" yang berarti kota. Arti dari propolis sendiri dapat diinterpretasikan sebagai pertahanan sarang lebah. Propolis atau lem lebah merupakan istilah yang digunakan untuk menjelaskan resin yang dikumpulkan oleh lebah madu dari berbagai jenis tumbuhan. Bahan ini terutama diambil dari kuncup dan daun tumbuhan. Lebah kemudian mencampur resin tersebut dengan enzim yang dihasilkan dari kelenjar mandibula mereka, meskipun komposisi propolis itu sendiri tidak mengalami perubahan (Zulhendria 2021; Anggita dkk. 2019).

Propolis digunakan oleh lebah untuk memperkuat sarang mereka dan melindunginya dari gangguan luar. Propolis berfungsi sebagai bahan pelindung, meratakan dinding sarang lebah, mengisi celah dan retakan di sarang, serta melindungi sel sarang tempat ratu lebah bertelur. Hal ini membantu menjaga kebersihan dan kesterilan sarang lebah, serta melindungi larva lebah dari penyakit dan bakteri. Selain digunakan oleh lebah, propolis juga telah lama digunakan dalam pengobatan tradisional sebagai bio-kosmetik dan makanan kesehatan. Propolis memiliki berbagai aktivitas biologis dan farmakologis yang bermanfaat, seperti sifat antibakteri terhadap bakteri Gram positif dan Gram negatif, sifat antiinflamasi, aktivitas antijamur terutama terhadap spesies dermatofita dan candida, kemampuan meningkatkan regenerasi

jaringan tulang dan kartilago, serta sifat antioksidan karena kemampuannya menangkap radikal bebas (Anggita dkk. 2019).

2.4.2 Komposisi Propolis

Komposisi propolis dipengaruhi oleh jenis tumbuhan, usia tumbuhan, dan asal propolis itu sendiri. Secara umum, propolis terdiri dari beberapa komponen dengan persentase relatif, di antaranya adalah resin dan balsem sekitar 50%, lilin (*wax*) sekitar 30%, minyak esensial sekitar 10%, serbuk sari (*pollen*) sekitar 5%, serta senyawa organik dan mineral sekitar 5% (Khairunnisa dkk. 2020).

Propolis mengandung nutrisi mikro yang sangat berharga, termasuk vitamin A, B, dan C, mineral kalsium, magnesium, natrium, zat besi, mangan, tembaga, dan seng, serta enzim seperti sukrosa sintase dan dehidrogenase. Beberapa kandungan aktif yang ditemukan dalam propolis meliputi polifenol seperti flavonoid, asam fenolat, dan esternya, terpenoid, steroid, dan asam amino. Flavonoid, yang banyak ditemukan dalam tumbuhan, memiliki efek antioksidan yang dapat melawan radikal bebas. Propolis juga dikenal memiliki kandungan flavonoid yang tinggi. Propolis juga mengandung antioksidan lainnya seperti vitamin A, C, E, dan mineral Zn (Halim dkk. 2012).

2.4.3 Manfaat Propolis

Dikarenakan sifat antimikroba, antioksidan, antiinflamasi, dan antiproliferasinya, propolis memiliki potensi yang signifikan dalam bidang kedokteran gigi, manajemen kesehatan mulut, dan pengobatan.

Sejak awal, propolis telah digunakan dalam berbagai sediaan obat untuk mengobati kondisi seperti karies gigi, infeksi mulut, dan infeksi tenggorokan. Propolis terbukti efektif dalam mempromosikan mikrobioma yang menguntungkan, menjaga keseimbangan lingkungan sarang, bertindak sebagai penghalang fisik terhadap patogen, dan berperan dalam detoksifikasi. Pada manusia, propolis telah terbukti memiliki sifat antioksidan, antiinflamasi, antiangiogenik, dan antiproliferatif. Propolis juga berperan sebagai agen antibakteri, antivirus, dan imunomodulator baik pada lebah maupun manusia. Berikut adalah beberapa manfaat propolis yang telah diidentifikasi (Zulhendria dkk. 2021):

a. Propolis dalam pencegahan dan/atau pengobatan karies

Karies gigi terjadi akibat interaksi kompleks antara bakteri asam dan karbohidrat yang dapat mengalami fermentasi, yang mengakibatkan demineralisasi pada permukaan gigi. Berbagai jenis bakteri telah terlibat dalam proses perkembangan karies. Namun, produk yang mengandung ekstrak propolis telah terbukti efektif dalam mengurangi atau menghambat pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans* dan bakteri penyebab karies (Zulhendria dkk. 2021).

b. Propolis sebagai obat plak supragingiva, gingivitis, dan periodontitis

Propolis telah terbukti efektif dalam mengurangi penumpukan plak di atas gusi dan kejadian gingivitis. Efek ini dapat dijelaskan oleh sifat antimikroba dan anti-inflamasi yang dimiliki

propolis. Pada pasien yang menggunakan alat ortodontik cekat, penggunaan pasta gigi yang mengandung propolis menghasilkan penurunan yang signifikan dalam indeks plak ortodontik (OPI), indeks gingiva (GI), serta persentase bakteri *Actinomyces spp.* dan *Capnocytophaga spp.* (Zulhendria dkk. 2021).

c. Propolis untuk obat intrakanal dan saluran akar

Bakteri dan produk metaboliknya, enzim, dan toksin merupakan penyebab utama penyakit endodontik yang menginduksi respon inflamasi. Oleh karena itu, penggunaan media intrakanal dan irigasi dengan sifat antimikroba yang kuat sangat penting. Propolis memiliki aktivitas bakterisidal yang sebanding dengan obat-obatan intrakanal umum seperti kalsium hidroksida. Propolis juga efektif terhadap bakteri anaerob penyebab endodontik seperti yang dihasilkan oleh pemakaian hipoklorit, MTAD (campuran tetrasiklin, asam sitrat, dan deterjen), EDTA (asam etilen diamin tetra asetat), paramonoklorofenol kamper, dan formokresol (Zulhendria dkk. 2021).

d. Propolis sebagai obat pulpa gigi

Potensi propolis dan komponen fenolik dan flavonoidnya sebagai bahan penutup pulpa gigi terletak pada sifat antimikroba, anti-inflamasi, dan imunomodulatornya. Penggunaan propolis dalam perawatan pulpa gigi menyebabkan respons peradangan yang lebih rendah. Selain itu, penutupan pulpa gigi dengan propolis juga terbukti menghasilkan penundaan dalam respons inflamasi

dibandingkan dengan penggunaan tutup seng oksida (Zulhendria dkk. 2021).

e. Khasiat penyembuhan luka dan tulang dari propolis

Berdasarkan perbandingan efek propolis dan kalsium hidroksida dalam penyembuhan luka pulpa gigi pada tikus, propolis terbukti lebih superior dalam mengurangi reaksi inflamasi, kontaminasi bakteri, adanya fibroblas, dan pembentukan dentin reparatif. Propolis memiliki kemampuan untuk mempromosikan penyembuhan luka pada ulkus mulut dan pulpa gigi dengan meningkatkan jumlah, jenis, dan kepadatan kolagen. Propolis juga memiliki efek pengurangan produksi sel mast pada fase inflamasi penyembuhan. Selain itu, propolis dan senyawa turunannya telah terbukti mampu menghambat osteoklastogenesis dan resorpsi tulang dengan mengatur aktivator reseptor jalur pensinyalan terkait faktor kappa-ligand nuklir (RANKL), yang memiliki potensi dalam pengobatan resorpsi tulang yang terkait dengan trauma atau cedera gigi. Propolis juga terbukti secara signifikan mengurangi keropos tulang alveolar yang terkait dengan periodontitis pada tikus (Zulhendria dkk. 2021).

2.5 Nanopartikel

Nanopartikel adalah bahan dalam skala nano yang memiliki ukuran antara 1-100 nanometer. Mereka dapat terbentuk secara alami atau melalui proses sintesis manusia. Tujuan dari sintesis nanopartikel adalah untuk mengubah ukuran partikel menjadi kurang dari 100 nm serta mengubah sifat

atau fungsinya. Menurut Harso (2017), nanopartikel memiliki rasio luas permukaan terhadap volume yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan partikel sejenis yang memiliki ukuran lebih besar.

Pemanfaatan nanopartikel bertujuan untuk mengatasi kesulitan larutnya zat aktif, meningkatkan ketersediaan biologis yang rendah, memodifikasi sistem pengiriman obat agar dapat mencapai area yang spesifik, meningkatkan kestabilan zat aktif terhadap degradasi lingkungan seperti pemecahan enzimatis, oksidasi, dan hidrolisis, meningkatkan penyerapan senyawa makromolekul, serta mengurangi iritasi zat aktif dalam saluran pencernaan (Abdassah 2017).

Nanopartikel juga efektif dalam pencegahan karies karena kemampuannya dalam menghambat biofilm dan meningkatkan remineralisasi. Kelebihan nanopartikel ini disebabkan oleh ukuran yang lebih kecil dan luasnya area permukaan, sehingga dalam aplikasinya, konsentrasi yang dibutuhkan tidak perlu terlalu besar. Selain itu, nanopartikel juga memiliki sifat biokompatibel dan rendah toksisitas (Husyaerry 2018).

2.6 Daun Sirih

2.6.1 Pengertian Daun Sirih

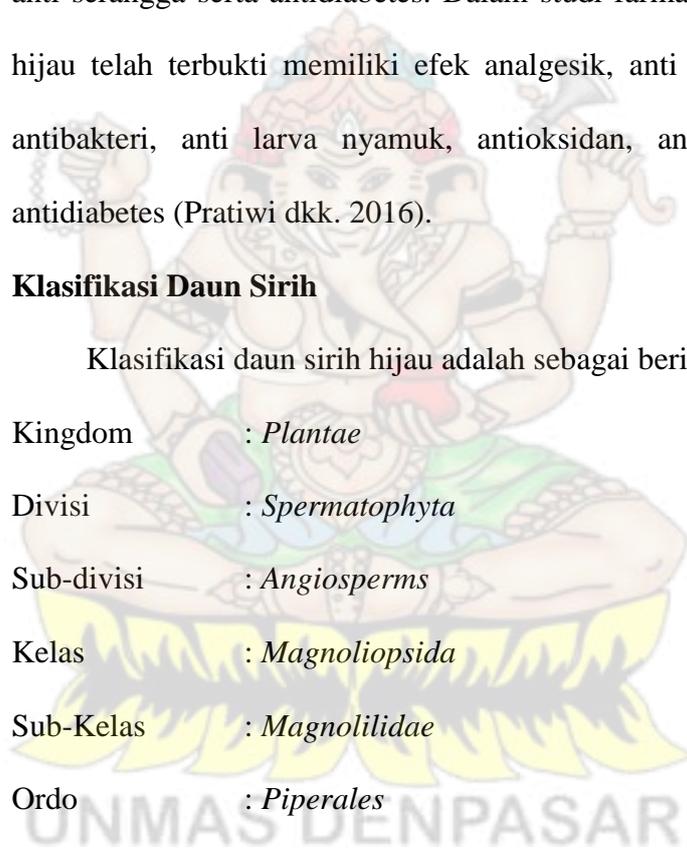
Tanaman sirih adalah tumbuhan yang tumbuh merambat dengan daun berbentuk hati dan berwarna hijau. Tumbuhan ini termasuk dalam keluarga Piperaceae dan berasal dari Asia Selatan seperti India, Nepal, Bangladesh, dan Sri Lanka. Selain itu, sirih juga banyak tumbuh di wilayah Malaysia, Thailand, Taiwan, dan Indonesia. Sirih memiliki

potensi untuk dibudidayakan karena memiliki sifat antiseptik dan dapat digunakan sebagai obat luka. Terdapat empat spesies sirih, yaitu sirih hijau, merah, hitam, dan kuning (Pratiwi dkk. 2016).

Sirih hijau sudah menjadi tanaman yang umum digunakan oleh nenek moyang kita di Indonesia. Tanaman ini dipercaya efektif dalam pengobatan berbagai penyakit, seperti karies gigi, dan memiliki sifat anti serangga serta antidiabetes. Dalam studi farmakologi, daun sirih hijau telah terbukti memiliki efek analgesik, anti bisul, anti alergi, antibakteri, anti larva nyamuk, antioksidan, anti serangga, dan antidiabetes (Pratiwi dkk. 2016).

2.6.2 Klasifikasi Daun Sirih

Klasifikasi daun sirih hijau adalah sebagai berikut:



Kingdom	: <i>Plantae</i>
Divisi	: <i>Spermatophyta</i>
Sub-divisi	: <i>Angiosperms</i>
Kelas	: <i>Magnoliopsida</i>
Sub-Kelas	: <i>Magnolilidae</i>
Ordo	: <i>Piperales</i>
Famili	: <i>Piperaceae</i>
Genus	: <i>Piper</i>
Spesies	: <i>Piper betle L.</i>



Gambar 2.3 Daun sirih
(Kintoko dkk. 2022)

Tanaman sirih menghasilkan sejumlah senyawa metabolit sekunder, termasuk saponin, flavonoid, polifenol, triterpenoid, minyak atsiri (seperti chavicol, chavibetol, carvacrol, eugenol, estragol), seskuiterpen, gula, dan pati. Minyak atsiri yang terdapat dalam daun sirih memiliki sifat antiseptik yang efektif. Beberapa jenis minyak atsiri yang terkandung dalam daun sirih meliputi hydroxychavicol, chavibetol, estragol, eugenol, methyleugenol, carvacrol, terpena, seskuiterpen, phenylpropan, dan tannin (Kintoko dkk. 2022).

Salah satu komponen minyak atsiri tersebut, yaitu chavicol, memberikan aroma khas daun sirih dan memiliki kemampuan antibakteri yang lima kali lebih kuat dibandingkan dengan fenol. Selain itu, efek antibakteri dari minyak atsiri dalam daun sirih juga terbukti tiga kali lebih efektif daripada fluoride. Fluoride sendiri hanya berfungsi menghambat perkembangan bakteri tanpa menghancurkannya. Sebaliknya, minyak atsiri dalam daun sirih memiliki sifat bakterisida yang dapat membunuh bakteri (Kintoko dkk. 2022).

2.6.3 Mekanisme Antibakteri Daun Sirih

a. Mekanisme minyak atsiri

Minyak atsiri dalam daun sirih memiliki mekanisme antibakteri dengan mengganggu pembentukan dinding sel, sehingga membran sel tidak terbentuk dengan baik. Selain itu, minyak atsiri juga menghambat biosintesis asam nukleat dan protein, yang dapat menyebabkan kerusakan seluruhnya pada bakteri. Mekanisme ini membantu menghentikan pertumbuhan dan menyebabkan kematian bakteri yang terpapar minyak atsiri daun sirih (Sadiah dkk. 2022).

b. Mekanisme Fenol

Fenol berfungsi sebagai racun dengan menghambat aktivitas enzim bakteri dan menyebabkan denaturasi protein, yang mengakibatkan kematian sel bakteri. Proses inaktivasi protein oleh fenol melibatkan pembentukan ikatan hidrogen yang merusak struktur protein. Dinding sel dan membran sitoplasma bakteri terdiri dari lemak dan protein. Gangguan pada dinding sel dan membran sitoplasma bakteri mengganggu fungsi pengangkutan aktif, permeabilitas selektif, dan pengendalian susunan protein. Hal ini menyebabkan lepasnya ion dan makromolekul dari sel, menyebabkan kerusakan dan kehilangan bentuk pada membran bakteri, yang pada akhirnya menyebabkan lisis sel bakteri (Sadiah dkk. 2022).

c. Mekanisme Kavikol

Kavikol memiliki aktivitas antibakteri yang lima kali lebih kuat dibandingkan fenol. Mekanisme kerjanya melibatkan mendenaturasi protein dalam sel mikroorganisme, yang menyebabkan kematian mikroorganisme tersebut. Kavikol mengganggu struktur tiga dimensi protein, menghasilkan denaturasi protein tanpa merusak kerangka kovalen protein. Meskipun deret asam amino pada protein tetap utuh setelah denaturasi, aktivitas biologis protein mengalami kerusakan sehingga protein tidak dapat berfungsi dengan baik (Sadiah dkk. 2022).

d. Mekanisme Alkaloid

Alkaloid adalah senyawa aktif yang memiliki berbagai fungsi, termasuk sebagai obat dan aktivator kuat bagi sel imun. Alkaloid mampu menghancurkan bakteri, jamur, virus, dan sel kanker. Mekanisme kerja alkaloid melibatkan gangguan terhadap komponen peptidoglikan yang membentuk sel bakteri. Peptidoglikan adalah lapisan yang penting bagi kelangsungan hidup bakteri di lingkungan hipotonis. Ketika peptidoglikan mengalami kerusakan, dinding sel bakteri menjadi kaku dan menyebabkan kematian sel tersebut. Dengan demikian, alkaloid bekerja dengan cara mengganggu struktur peptidoglikan pada sel bakteri, yang akhirnya menyebabkan kematian sel bakteri (Sadiah dkk. 2022).

e. Mekanisme Flavonoid

Flavonoid memiliki berbagai manfaat, seperti antiinflamasi, meningkatkan aktivitas pembuluh darah, antioksidan, dan antimikroba. Efek antibakteri flavonoid terjadi dengan mengganggu fungsi dinding sel bakteri melalui pembentukan kompleks dengan protein ekstraseluler dan menghambat motilitas bakteri. Dinding sel bakteri, yang terdiri dari lipid dan asam amino, mengalami kerusakan akibat reaksi dengan gugus alkohol flavonoid. Ini menyebabkan flavonoid merembes ke dalam inti sel bakteri. Selanjutnya, DNA dalam inti sel bakteri berinteraksi dengan flavonoid melalui perbedaan polaritas antara gugus alkohol flavonoid dan lipid penyusun DNA. Akibatnya, inti sel bakteri mengalami lisis atau pecah (Sadiah dkk. 2022).

f. Mekanisme Saponin

Saponin memiliki molekul dengan sifat hidrofilik dan lipofilik, yang menyebabkan penurunan tegangan permukaan sel dan kerusakan pada permeabilitas membran. Gangguan pada tegangan permukaan dinding sel memfasilitasi masuknya zat antibakteri ke dalam sel dan menyebabkan kematian sel. Selain itu, kerusakan pada permeabilitas membran sel dapat mengganggu kelangsungan hidup bakteri. Bahan aktif saponin juga dapat menyebabkan kebocoran protein dan enzim dalam sel bakteri (Sadiah dkk. 2022).

g. Mekanisme Tanin

Tanin memiliki efek racun terhadap bakteri, jamur, dan sifat antivirus. Senyawa polifenol ini bersifat polar. Tanin bekerja sebagai antibakteri dengan menghambat enzim ekstraseluler bakteri dan mengambil alih substrat yang dibutuhkan untuk pertumbuhan bakteri. Selain itu, tanin menyerang polipeptida pembentuk dinding sel, menyebabkan kerusakan pada dinding sel bakteri. Mekanisme kerja tanin melibatkan toksisitas yang merusak membran sel bakteri. Astringen dalam tanin membentuk kompleks ikatan dengan substrat mikroba atau enzim, serta membentuk ion logam yang meningkatkan efek toksisitas. Tanin juga menyebabkan kerutan pada membran sel atau dinding sel, mengganggu permeabilitas sel, dan menghambat aktivitas sel, sehingga menghambat pertumbuhan atau menyebabkan kematian sel (Sadiah dkk. 2022).

h. Mekanisme Steroid

Steroid bekerja sebagai antibakteri dengan merusak membran lipid. Sensitivitas bakteri terhadap steroid menyebabkan kerusakan pada liposom, penurunan integritas membran, dan perubahan morfologi sel. Sterol, yang banyak terdapat dalam ekstrak sirih, diduga berperan dalam aktivitas antibakteri. Mekanisme kerjanya melibatkan interaksi sterol dengan dinding sel dan membran bakteri, mengakibatkan perubahan struktur primer dinding sel dan membran. Hal ini dapat membentuk pori atau lubang, serta menghancurkan komponen sel bakteri. Selain itu,

senyawa tersebut juga mengganggu permeabilitas membran, menyebabkan kebocoran sel karena perembesan senyawa eksternal (Sadiah dkk. 2022).

