

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kesehatan gigi dan mulut adalah bagian penting dalam kesehatan tubuh, terutama dalam kesehatan fisik, mental dan sosial anak, serta memungkinkan mereka untuk menikmati hidup sepenuhnya dengan berbicara, makan, dan bersosialisasi tanpa rasa sakit, ketidaknyamanan, atau rasa malu (Alshehri & Nasim, 2015). Salah satu gangguan kesehatan gigi dan mulut yang umum terjadi pada anak-anak adalah karies gigi. Karies gigi merupakan penyakit pada jaringan gigi yang ditandai dengan kerusakan pada jaringan keras gigi, seperti email, dentin, hingga pulpa. Karies gigi merupakan salah satu bentuk kerusakan gigi yang paling sering dialami anak usia prasekolah, yang dapat mengganggu proses tumbuh kembangnya (Afrinis dkk., 2020).

Karies gigi merupakan permasalahan yang signifikan pada anak usia sekolah karena tidak hanya menimbulkan rasa nyeri, tetapi juga dapat menyebabkan infeksi yang menyebar ke bagian tubuh lain, sehingga berdampak pada penurunan produktivitas anak. Akibatnya, anak bisa mengalami gangguan konsentrasi belajar, penurunan nafsu makan, yang pada akhirnya memengaruhi status gizi dan pertumbuhan fisiknya. Kondisi ini umumnya terjadi pada usia sekolah, anak-anak cenderung memiliki kebiasaan mengonsumsi makanan dan minuman manis secara bebas, yang menyebabkan meningkatnya risiko karies gigi (Nurjanah, 2019).

Data riskesdas tahun 2018 mengatakan bahwa proporsi terbesar permasalahan gigi di Indonesia adalah gigi rusak/berlubang/sakit yaitu 45,3% dari

total. Data riskesdas juga menunjukkan bahwa prevalensi karies gigi pada kasus karies gigi 3-4 tahun adalah 81,1%, 5-9 tahun adalah 92,6%, 10-14 tahun adalah 73,4%. Setengah dari total 75 juta anak-anak Indonesia mengalami karies gigi, dan jumlah tersebut semakin bertambah dari tahun ke tahun. Resiko anak-anak terkena karies cukup tinggi dikarenakan anak-anak sering jajan makanan dan minuman manis (Riskesdas, 2018).

Karies gigi adalah penyakit infeksi yang umum terjadi di masyarakat. Umumnya, berbagai masalah di rongga mulut seperti karies dimulai dari pembentukan plak gigi. Plak ini terbentuk melalui proses fermentasi yang dilakukan oleh bakteri utama penyebab karies, yaitu *Streptococcus mutans*. Bakteri ini mampu menghasilkan enzim glukosiltransferase (GTF) yang mengubah sukrosa menjadi glukon, yang kemudian berperan dalam pembentukan plak gigi. Salah satu jenis *Streptococcus* yang dikenal sebagai penyebab karies adalah *Streptococcus mutans* (Putri, 2014).

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

Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mencegah terjadinya karies gigi adalah dengan memanfaatkan tanaman obat herbal. World Health Organization (WHO) menyarankan tanaman obat herbal sebagai alternatif pengobatan yang

mudah diperoleh, lebih murah, dan lebih aman tanpa efek samping yang merusak (WHO, 2009). Salah satu bahan alami yang dapat dimanfaatkan sebagai obat herbal adalah anggur (*Vitis vinifera* L.). Anggur merupakan tanaman buah di dunia dengan tingkat produksi yang tinggi, yaitu sekitar 75 juta ton/tahun (FAO-OIV, 2016).

Anggur merupakan tanaman yang kaya akan senyawa fitokimia, yang tersebar pada bagian kulit, buah, hingga bijinya. Biji anggur diketahui mengandung berbagai senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid, tanin, saponin, dan triterpenoid, yang telah terbukti memiliki aktivitas sebagai antibakteri (Hamida dkk., 2021). Anggur sangat digemari bukan hanya karena rasanya yang enak, tetapi juga karena banyak manfaat kesehatannya. Beragam varietas anggur telah dibudidayakan di berbagai daerah di Indonesia, seperti di Jawa Timur (Pasuruan, Probolinggo, Kediri, dan Situbondo), Sulawesi Tengah (Palu), serta Bali (Buleleng) (Daulay, 2022).

Anggur Bali (*Vitis vinifera* L. var. *Alphonso Lavallee*) merupakan salah satu varietas unggul di Indonesia. Anggur jenis ini dibudidayakan di Kabupaten Buleleng di tiga kecamatan, yakni Seririt, Gerokgak, dan Banjar. Anggur Bali memiliki ciri buah matang berwarna coklat kehitaman, berbentuk bulat, bijinya kecil, dan rasanya manis dengan sedikit asam. Varietas ini termasuk dalam kelompok black variety karena warna buahnya yang hitam keunguan (Astuti dkk., 2022). Biji anggur diketahui memiliki kandungan fitokimia yang paling tinggi dibandingkan bagian lainnya. Kandungan dalam biji anggur mencakup karbohidrat, mineral, vitamin, serta senyawa fitokimia. Fitokimia yang tergolong dalam kelompok polifenol pada anggur Bali mencakup flavonoid, antosianin, dan tanin.

Senyawa polifenol berfungsi sebagai agen antibakteri yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen dalam rongga mulut (Natatimur dkk., 2024).

Penelitian Hamida dkk. (2021) menguji aktivitas antibakteri ekstrak biji anggur dengan konsentrasi 5%, 10%, 20% dan 40% terhadap *Streptococcus mutans* menggunakan pelarut etanol 70% dan etil asetat. Daya hambat terbesar diperoleh pada konsentrasi 40% menghasilkan zona hambat sebesar 11,04 mm. Penelitian ini membuktikan bahwa semakin tinggi konsentrasi, semakin besar pula daya hambatnya terhadap pertumbuhan bakteri.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu, “Apakah ekstrak biji anggur Bali (*Vitis vinifera* L. var. *Alphonso Lavallee*) dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans*?”

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan ekstrak biji anggur Bali (*Vitis vinifera* L. var. *Alphonso Lavallee*) dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans*.

1.3.2 Tujuan Khusus

Tujuan khusus dari penelitian ini adalah untuk membuktikan kemampuan ekstrak biji anggur Bali (*Vitis vinifera* L. var. *Alphonso lavallee*) dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans*.

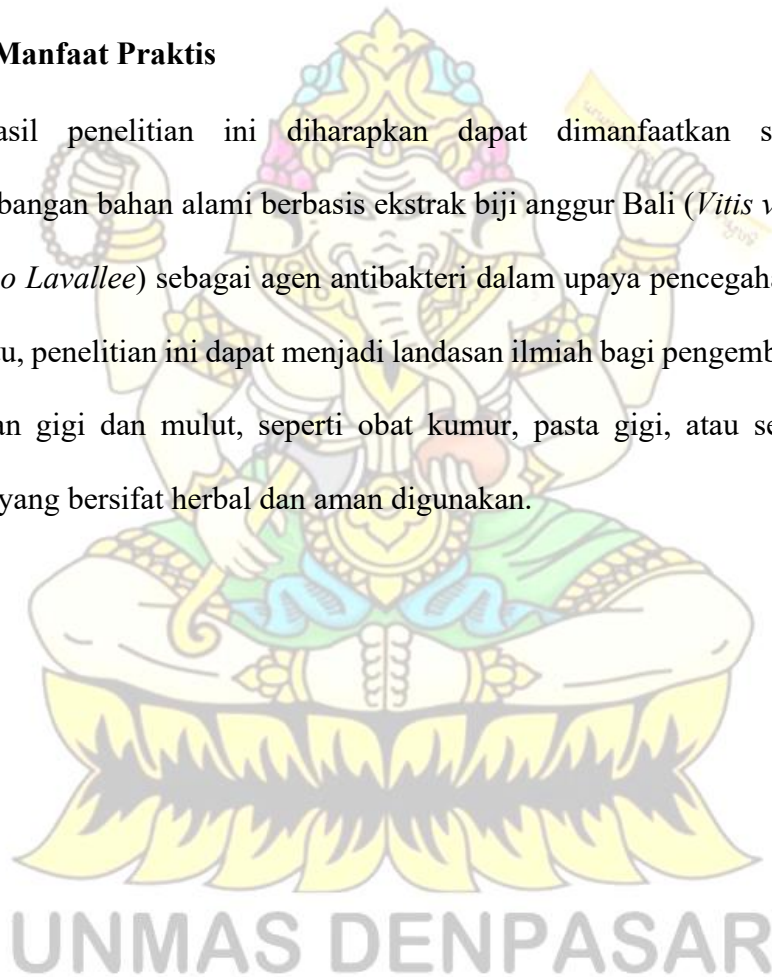
1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Akademik

Penelitian ini dapat menambah wawasan dan pengetahuan ilmiah mengenai potensi ekstrak biji anggur Bali (*Vitis vinifera* L. var. *Alphonso Lavallee*) sebagai agen antibakteri terhadap *Streptococcus mutans*, serta menjadi referensi tambahan bagi peneliti lain dalam pengembangan obat herbal untuk pencegahan karies gigi.

1.4.2 Manfaat Praktis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai dasar pengembangan bahan alami berbasis ekstrak biji anggur Bali (*Vitis vinifera* L. var. *Alphonso Lavallee*) sebagai agen antibakteri dalam upaya pencegahan karies gigi. Selain itu, penelitian ini dapat menjadi landasan ilmiah bagi pengembangan produk kesehatan gigi dan mulut, seperti obat kumur, pasta gigi, atau sediaan topikal lainnya yang bersifat herbal dan aman digunakan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karies

2.1.1 Definisi Karies

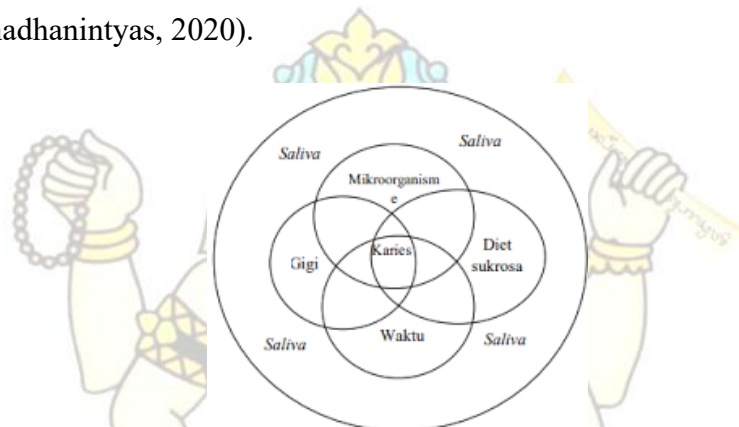
Karies gigi merupakan kerusakan pada jaringan keras gigi yang terjadi akibat aktivitas bakteri penyebab karies di dalam rongga mulut. Menurut Warreth, karies merupakan penyakit kompleks yang melibatkan banyak faktor, ditandai dengan terjadinya demineralisasi pada enamel, dentin, dan sementum. Penyakit ini dicirikan oleh proses demineralisasi pada jaringan keras gigi, yang selanjutnya disusul oleh kerusakan bahan organiknya. Proses ini dapat memicu invasi bakteri, mengakibatkan nekrosis pulpa, serta diseminasi infeksi ke jaringan periapiks, yang berpotensi menimbulkan sensasi nyeri. Karies gigi bersifat progresif dan kumulatif, sehingga tanpa intervensi terapeutik dalam periode waktu tertentu, kondisi tersebut cenderung memburuk. Meskipun demikian, dengan mempertimbangkan kemungkinan remineralisasi pada tahap awal, penyakit ini dapat dihentikan. (Listrianah dkk., 2019; Warreth, 2023).

2.1.2 Etiologi Karies

Karies gigi merupakan penyakit infeksi multifaktorial karena disebabkan oleh beberapa faktor. Faktor penyebab karies gigi terdiri dari penyebab dalam individu dan penyebab luar individu. Faktor dalam penyebab karies gigi adalah faktor di dalam mulut yang berhubungan langsung dengan proses terjadinya karies gigi antara lain host, mikroorganisme, substrat, dan waktu. Karies hanya akan terjadi jika keempat faktor tersebut saling bekerja sama. Sedangkan faktor luar individu

adalah status ekonomi, keluarga, pekerjaan, fasilitas kesehatan gigi dan pendidikan kesehatan gigi yang pernah diterima (Yundari, 2018).

Faktor-faktor penyebab karies tidak hanya berasal dari dalam mulut, tetapi juga dipengaruhi oleh faktor luar yang bersifat tidak langsung. Faktor luar ini termasuk faktor predisposisi dan faktor penghambat terjadinya karies, seperti keturunan, ras, jenis kelamin, usia, makanan, vitamin, unsur kimia, air ludah, dan plak (Ramadhanintyas, 2020).



Gambar 2. 1 Etiologi Karies (M. H. Putri dkk., 2010)

a. *Host*

Gigi dan saliva merupakan bagian dari faktor *host* yang memengaruhi timbulnya karies. Beberapa aspek pada gigi dapat memengaruhi risiko karies, seperti anatomi gigi yang tidak teratur, berjejal, serta ukuran dan bentuk gigi yang bervariasi. Kondisi tersebut dapat meningkatkan kerentanan terhadap terbentuknya lubang pada gigi. Area yang paling rawan terkena karies adalah *fissure*, *pit*, dan *groove* di permukaan oklusal gigi, karena daerah ini cenderung menjadi tempat penumpukan sisa makanan (Widiasari, 2022).

b. Mikroorganisme

Mikroorganisme memegang peranan utama dalam tahap awal terjadinya karies gigi. Mikroorganisme tersebut memfermentasi karbohidrat untuk menghasilkan asam. Plak gigi merupakan lapisan lengket yang berisi bakteri

serta produk metabolitnya, yang terbentuk di seluruh permukaan gigi. Akumulasi bakteri tersebut tidak terjadi secara acak, melainkan terbentuk melalui serangkaian proses bertahap (Anil, 2017).

Asam yang dihasilkan dalam plak gigi berasal dari fermentasi gula yang dikonsumsi, terutama glukosa yang masuk ke dalam plak. Secara kuantitatif, sukrosa merupakan sumber utama dari glukosa. Penyebab utama pembentukan asam tersebut adalah *Streptococcus mutans* yang terdapat di dalam plak, karena mikroorganisme ini mampu memetabolisme sukrosa menjadi asam dengan lebih cepat dibandingkan bakteri lainnya (Anil, 2017).

c. Substrat

Karies dapat terjadi ketika sisa makanan yang mengandung karbohidrat, khususnya sukrosa dan glukosa, dimetabolisme oleh bakteri. Proses ini menghasilkan polisakarida intraseluler dan ekstraseluler yang memungkinkan bakteri menempel pada permukaan gigi. Substrat juga akan dimetabolisme oleh bakteri menjadi asam sehingga menyebabkan karies (Widiasari, 2022).

d. Waktu

Waktu berperan dalam menentukan kecepatan terbentuknya karies serta durasi dan frekuensi kontak substrat dengan permukaan gigi. Kemampuan saliva untuk melakukan remineralisasi selama proses karies, menunjukkan bahwa proses tersebut terdiri dari fase kerusakan dan perbaikan yang terjadi secara bergantian. Oleh karena itu, selama saliva berada dalam lingkungan gigi, maka karies tidak akan menghancurkan gigi dalam hitungan hari atau minggu, melainkan dalam bulan atau tahun (Sinaga dkk., 2020).

Beberapa faktor luar individu penyebab terjadinya karies:

a. Keturunan

Faktor genetik diketahui memengaruhi erupsi gigi hingga 78%, yang berdampak pada pembentukan struktur enamel, respons imun gigi terhadap bakteri penyebab karies, serta komposisi air liur. Kondisi enamel, morfologi gigi, sistem pertahanan tubuh terhadap bakteri kariogenik, komposisi, dan laju aliran saliva merupakan faktor penting yang berkaitan dengan aspek genetik dan memengaruhi terjadinya kerusakan gigi. Gen yang mengatur sistem imun juga terbukti berhubungan dengan kelainan pada enamel, sehingga gigi lebih rentan mengalami karies (Rachmawati dkk., 2022).

b. Ras

Pengaruh ras terhadap terjadinya karies gigi sangat sulit untuk ditentukan. Namun, kondisi tulang rahang suatu ras tertentu dapat berkaitan dengan peningkatan atau penurunan persentase karies. Seperti, pada ras dengan struktur rahang yang sempit, susunan gigi sering kali tumbuh secara tidak teratur. Susunan gigi yang tidak rapi ini dapat menyulitkan proses pembersihan, sehingga meningkatkan risiko terjadinya karies pada kelompok ras tersebut (Ita Aprilia Dewi, 2020).

c. Jenis kelamin

Anak perempuan umumnya lebih banyak mengalami karies dibandingkan dengan anak laki-laki. Hal ini bukan disebabkan oleh perbedaan kelamin karena keturunan, tetapi akibat kenyataan pertumbuhan (erupsi) gigi anak perempuan lebih cepat dibanding anak laki-laki, sehingga gigi anak perempuan berada lebih lama dalam mulut. Akibatnya gigi anak perempuan

lebih lama berhubungan dengan faktor resiko terjadinya karies (Mamboh dkk., 2022).

d. Usia

Sepanjang kehidupan, terdapat tiga fase usia yang dapat dilihat dari kondisi gigi-geligi. Pada periode gigi campuran, molar pertama merupakan gigi yang paling sering mengalami karies. Memasuki masa pubertas (usia 14–20 tahun), perubahan hormonal dapat menyebabkan pembengkakan gusi sehingga kebersihan mulut kurang terjaga, yang berdampak pada meningkatnya persentase karies. Sementara itu, pada usia 40–50 tahun, terjadi retraksi gusi dan papil, sehingga sisa makanan lebih sulit dibersihkan dan risiko karies pun meningkat (Reptika, 2021).

e. Makanan

Makanan memiliki pengaruh besar terhadap kesehatan gigi dan mulut, yang dapat dibedakan menjadi dua aspek. Pertama, kandungan gizi dalam makanan seperti karbohidrat, protein, lemak, vitamin, dan mineral yang berperan dalam pembentukan serta pemeliharaan gigi, baik pada masa pra-erupsi maupun pasca-erupsi. Kedua, fungsi mekanis makanan, yaitu kemampuannya membantu membersihkan gigi secara alami. Beberapa jenis makanan seperti apel, jambu air, dan bengkuang berperan sebagai pembersih gigi alami yang dapat mengurangi risiko kerusakan gigi, sedangkan makanan lunak yang mudah melekat pada gigi, seperti permen, cokelat, dan biskuit, justru dapat merusaknya.

Karies gigi terjadi ketika laju remineralisasi lebih lambat dibandingkan demineralisasi, yang disertai kehilangan mineral. Kondisi ini dapat dicegah

dengan membatasi konsumsi makanan manis dan menjaga kebersihan mulut dari plak (Reptika, 2021).

2.1.3 Teori Etiologi Karies

Berdasarkan epidemiologi terjadinya karies, Yadav & Prakash (2017) menyatakan bahwa mekanisme terjadinya karies gigi terdiri dari 5 teori, yaitu:

a. Teori kimia

Disebut juga teori asam. Teori ini menyatakan bahwa pembusukan protein di dalam rongga menghasilkan asam, yang kemudian berubah menjadi asam nitrat yang dapat merusak gigi.

b. Teori parasitik

Disebut juga teori septik, Menjelaskan bahwa enamel dan dentin gigi rusak, yang disebabkan oleh mikroorganisme berbentuk benang (*denticolae*) yang terdapat pada permukaan enamel dan lesi karies.

c. Teori kemo-parasitik

Teori ini menekankan bahwa karbohidrat yang difermentasi oleh bakteri menghasilkan asam. Asam ini akan mendemineralisasi enamel, dan bagian enamel yang rapuh kemudian hilang akibat tekanan mekanis saat mengunyah.

d. Teori proteolitik

Teori ini menyebutkan bahwa bakteri masuk ke bagian organik enamel dan memulai proses karies melalui aktivitas proteolitik (pemecahan protein).

Setelah itu, garam-garam anorganik dilarutkan oleh bakteri penghasil asam.

e. Teori proteolisis-kelasi

Teori ini menjelaskan bahwa kerusakan gigi bermula dari aktivitas proteolitik bakteri dan enzim pada bagian organik enamel tanpa melalui

demineralisasi terlebih dahulu. Proses ini melepaskan senyawa pengikat seperti asam amino, polifosfat, dan asam organik yang kemudian melunakkan kristal hidroksiapatit gigi.

2.1.4 Patogenesis Karies

Perlekatan bakteri diawali dengan terbentuknya pelikel, yaitu lapisan tipis yang terdiri atas protein saliva, terutama glikoprotein yang menempel pada permukaan gigi segera setelah gigi dibersihkan, pelikel ini bersifat transparan, halus, dan tidak berwarna, serta dapat melekat baik pada permukaan gigi alami maupun restorasi gigi. Setelah pelikel terbentuk, bakteri mulai berikatan dengan permukaan luar pelikel dan memicu terbentuknya plak. Plak merupakan lapisan bakteri yang melekat kuat pada gigi. Plak akan semakin menebal seiring dengan pertumbuhan dan perkembangbiakan bakteri. Proses ini disertai dengan pengeluaran zat lengket berupa matriks ekstraseluler yang dapat menjebak dan mengikat bakteri lain. Salah satu bakteri penyebab karies yang paling banyak terkandung dalam biofilm kariogenik atau plak adalah *Streptococcus mutans* (Viktoria, 2020).

2.1.5 Jenis-Jenis Karies

Perbedaan bentuk dan karakteristik jaringan gigi menyebabkan setiap area gigi memiliki tingkat kerentanan yang berbeda terhadap aktivitas bakteri tersebut. Oleh karena itu, karies dapat berkembang dalam beberapa bentuk, yaitu:

1. *Smooth surface caries*, karies jenis ini terjadi pada permukaan enamel yang rata, seperti sisi bukal dan lingual gigi. Permukaan tersebut umumnya lebih mudah dibersihkan dan selalu terpapar air liur, sehingga bakteri lebih sulit menempel dan berkembang biak. Meskipun prevalensinya lebih rendah

dibandingkan karies pada pit dan fissure, karies permukaan halus tetap dapat terjadi, terutama pada individu dengan kebersihan mulut yang kurang baik atau konsumsi gula yang tinggi (Wang dkk., 2022)



Gambar 2. 2 *Smooth surface caries* (Kabra dkk., 2024)

2. *Pit and fissure and interproximal caries*, Karies jenis ini terjadi pada lekukan (*pit*) dan celah (*fissure*) di permukaan kunyah gigi, serta pada area di antara gigi (*interproksimal*). Bagian-bagian ini sangat rentan terhadap karies karena memiliki morfologi yang kompleks, sehingga plak dan bakteri mudah terperangkap dan sulit dibersihkan. *Pit* dan *fissure* serta *interproximal caries* merupakan tipe karies yang paling sering ditemukan, terutama pada anak-anak dan remaja (Wang dkk., 2022).



Gambar 2. 3 *Pit, fissure and interproximal caries* (Derek, 2015)

3. *Recurrent caries*, Karies ini terjadi di sekitar daerah restorasi/tambalan gigi yang sudah ada, sering akibat kebocoran atau sisa plak sehingga memicu demineralisasi kembali pada jaringan gigi (Askar dkk., 2020).



Gambar 2. 4 *Recurrent caries* (Veneziani, 2010)

4. *Rampant caries*, merupakan karies yang menyebar cepat pada gigi secara menyeluruh, dengan waktu singkat dapat melibatkan beberapa gigi pada anak. Rampan karies pada umumnya ditentukan dari riwayat karies pada anak tersebut yang mempunyai karies banyak dan yang relatif masih baru. Penyebab dari rampant karies ini tidak jauh berbeda dengan karies pada umumnya, mengenai jaringan keras gigi yaitu: email, dentin dan sementum. Tanda terjadinya karies yaitu adanya demineralisasi bagian anorganik gigi yang diikuti oleh kerusakan bahan organik. Suatu proses demineralisasi ini terjadi karena adanya asam yang dihasilkan dari proses fermentasi karbohidrat oleh mikroorganisme. Jadi proses terjadinya rampant karies sama dengan proses karies biasa, hanya saja terjadinya lebih cepat (Anggraini, 2016).



Gambar 2. 5 *Rampant caries* (Bouenba dkk., 2022)

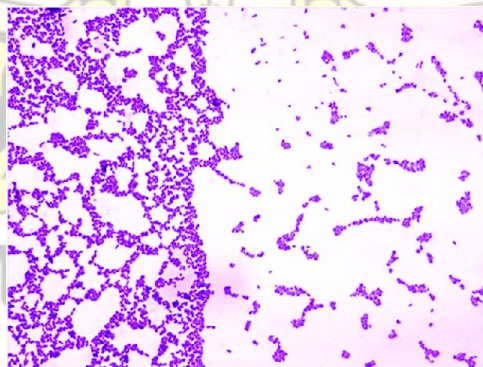
5. *Early childhood caries (nursing or baby bottle caries)*, didefinisikan dengan adanya satu atau lebih kerusakan, kehilangan, dan penambalan gigi sulung pada anak usia 71 bulan (5 tahun). Karies dimulai dengan adanya lesi dengan

spot putih di sepanjang tepi gingiva pada gigi insisif sulung dan akan berkembang hingga menyebabkan kerusakan parah pada seluruh mahkota gigi jika tidak segera ditangani. Kerusakan gigi juga dapat berlanjut dengan melibatkan gigi molar sulung rahang atas hingga mengenai seluruh gigi sulung. Faktor utama penyebab tingginya prevalensi *Early Childhood Caries* adalah praktik pemberian makan yang tidak tepat, latar belakang sosial ekonomi keluarga, kurangnya pendidikan orang tua, dan kurangnya akses ke perawatan gigi (Anil & Anand, 2017).



Gambar 2. 6 *Early childhood caries* (Zou dkk., 2022)

2.2 *Streptococcus mutans*



Gambar 2. 7 *Streptococcus mutans* (Ranganathan & Akhila, 2019)

Streptococcus mutans merupakan bakteri Gram-positif dengan koloni α -hemolitik dan bersifat katalase negatif. Bakteri ini tahan terhadap optochin, berbeda dengan *pneumococcus* yang pertumbuhannya dapat dihambat. Koloninya juga tidak

larut dalam empedu. Beberapa spesies *Streptococcus* merupakan flora normal pada manusia. Kelompok *Streptococcus* bersifat heterogen, dan hingga kini belum ada sistem klasifikasi yang mampu mengelompokkannya secara menyeluruh (Rizki, 2023).

2.2.1 Klasifikasi *Streptococcus mutans*

Klasifikasi *Streptococcus mutans* menurut Garrity dkk., (2004):



Kingdom	: <i>Bacteria</i>
Filum	: <i>Firmicutes</i>
Kelas	: <i>Bacilli</i>
Family	: <i>Lactobacillales</i>
Ordo	: <i>Streptococcaceae</i>
Genus	: <i>Streptococcus</i>
Spesies	: <i>Streptococcus mutans</i>

2.2.2 Morfologi *Streptococcus mutans*

Streptococcus mutans adalah bakteri fakultatif anaerob, Gram-positif, berbentuk kokus dengan ukuran diameter antara 0,5 hingga 2,0 μm , yang dapat ditemukan berpasangan atau tersusun dalam rantai. Habitat utamanya adalah rongga mulut, faring, dan saluran pencernaan. *Streptococcus mutans* merupakan bakteri paling dominan penyebab karies gigi karena kemampuannya membentuk biofilm yang dapat beradaptasi dengan kondisi asam, sehingga menjadi faktor utama dalam patogenitasnya. Beberapa bukti peran *Streptococcus mutans* dalam etiologi karies meliputi kemampuannya memfermentasi berbagai jenis karbohidrat menjadi asam, menghasilkan dan menyimpan polisakarida intraseluler dari berbagai karbohidrat, membentuk dekstran yang memberikan sifat adhesif dan

kohesif pada plak di permukaan gigi, serta memanfaatkan glikoprotein saliva untuk melekat pada permukaan gigi (Pujoraharjo & Herdiyati, 2018).

Streptococcus mutans memiliki peran penting dalam pembentukan karies gigi serta menyebabkan halitosis (bau mulut). *Streptococcus mutans* tumbuh paling optimal pada suhu antara 18°C hingga 40°C. Bakteri ini umumnya ditemukan di rongga mulut manusia, khususnya pada gigi yang mengalami luka, dan merupakan bakteri utama yang berkontribusi pada kerusakan email gigi akibat karies (Rahman, 2019).

2.2.3 Virulensi *Streptococcus mutans*

Streptococcus mutans merupakan bakteri kariesogenik yang mengkolonisasi rongga mulut manusia. Bakteri ini memiliki tiga faktor utama yang mendukung virulensinya, yaitu asidogenik, asidurik, dan adhesi. Sifat asidogenik adalah kemampuan *Streptococcus mutans* menghasilkan asam dengan memetabolisme karbohidrat menjadi asam organik dalam kondisi anaerob, sehingga menurunkan pH rongga mulut. Sifat asidurik pada kemampuannya bertahan hidup dan berkembang pada lingkungan dengan pH kritis ($< 5,5$) melalui mekanisme *acid tolerance response* (ATR). Sifat adhesi menunjukkan kemampuannya mensintesis protein pengikat glukan (GBPs) yang membantu menempel pada permukaan gigi. GBPs berperan penting dalam pembentukan plak dan perkembangan karies gigi (Natatimur dkk., 2024). Enzim *glukosiltransferase surface* (GTFs) pada *Streptococcus mutans* berperan sebagai zat pendahulu dalam pembentukan plak gigi, dan juga memiliki fungsi penting dalam proses perekatan seluler pada plak gigi (Endriani dkk., 2021).

2.3 Anggur Bali (*Vitis vinifera* L. var. *Alphonso Lavallee*)



Gambar 2. 8 Anggur Bali (Astawa dkk., 2015)

Buah anggur merupakan buah yang cukup populer di kalangan masyarakat Indonesia. Anggur tumbuh dengan baik di negara-negara tropis seperti Indonesia dan banyak ditanam di daerah Probolinggo, Pasuruan, dan Bali. Varietas anggur sudah terkenal luas baik impor maupun lokal. Varietas anggur impor meliputi *black Corinth* (berwarna ungu), *emperor* (memiliki biji dan berwarna ungu), *concord* (berwarna hitam) dan *thompson* (berwarna hijau tanpa biji). Varietas anggur lokal meliputi anggur merah dan Anggur Bali (*Vitis vinifera* Linn varietas *Alphonse Lavallee*). Anggur Bali merupakan nama dagang dari Anggur *Alphonso lavalle*. Anggur *Alphonso lavalle* termasuk jenis anggur dari varietas *Vitis vinifera*. Anggur Bali banyak berkembang sejak tahun 1974 di Buleleng, Singaraja. Anggur Bali memiliki umur panen 115 hari sejak pemangkasan (HSP) dan berproduksi sebanyak 1525 kg/pohon dalam setahun. Populasi Anggur Bali paling banyak terdapat di pantai utara Bali, di sepanjang jalan antara Singaraja dan Gerokgak (Anurogo, 2017).

2.3.1 Morfologi Anggur Bali

Anggur Bali adalah varietas anggur lokal dengan bentuk buah bulat agak lonjong. Rasanya cenderung manis dengan sedikit rasa asam. Panjang buahnya

berkisar antara 2 hingga 13 cm. Daging buah berwarna hijau transparan, sedangkan kulitnya berwarna ungu kehitaman, sehingga digolongkan sebagai varietas anggur hitam. (Astawa dkk., 2015). Kulit Anggur Bali memiliki tekstur halus dengan lapisan serbuk tipis. Tanaman ini menghasilkan bunga berukuran kecil, berwarna putih kekuningan, dan memiliki struktur morfologi yang sempurna (Kamila dkk., 2024).

2.3.2 Klasifikasi Anggur Bali

Berikut adalah klasifikasi tanaman Anggur Bali menurut Rukmana (1999):



Kingdom	: <i>Plantae</i>
Subkingdom	: <i>Tracheobionta</i>
Superdivisi	: <i>Spermatophyta</i>
Divisi	: <i>Magnoliophyta</i>
Kelas	: <i>Magnoliopsida</i>
Sub kelas	: <i>Rosidae</i>
Ordo	: <i>Rhamnales</i>
Family	: <i>Vitaceae</i>
Genus	: <i>Vitis</i>
Spesies	: <i>Vitis vinivera</i> L.

2.3.3 Kandungan Anggur Bali

Kulit buah Anggur Bali berwarna ungu tua kehitaman, yang menandakan kandungan flavonoid dan antioksidan yang tinggi. Buah ini juga kaya akan asam tartrat dan asam malat, serta mengandung berbagai asam organik lain seperti asam gliserat, asam suksinat, asam kumarat, asam fumarat, dan asam kafeat. Selain itu, Anggur Bali mengandung senyawa berpotensi sebagai antioksidan seperti

polifenol, vitamin C, dan flavonoid (Anurogo, 2017). Kulit Anggur Bali mengandung antosianin yang tinggi dan memiliki fungsi fisiologis sebagai antikanker, antioksidan, serta perlindungan terhadap kerusakan hati. Buah Anggur terdapat kandungan beta karoten, likopen, dan fitonutrien lain seperti asam elagat dan resveratrol (Nile dkk., 2013).

Biji Anggur Bali kaya akan antioksidan flavonol yang berperan sebagai penangkal radikal bebas. Komposisinya mencakup sekitar 40% serat, 16% minyak, 11% protein, dan 7% polifenol. Kandungan polifenolnya meliputi flavonoid, asam galat, katekin, epigallocatekin, gallokatekin, epikatekin, dan prosianidin, dengan senyawa fenolik utama berupa proantosianidin. Nile, dkk menyatakan bahwa buah Anggur Bali memiliki kandungan flavonoid yang lebih banyak sebesar 38 mg/g. Flavonoid yang terkandung dalam anggur bali lebih unggul dari kelompok *black varieties* lainnya seperti *Campbell Early*, *Black Pegaru*, *Flouxa*, *Spherper*, dan *Concord* (Nile dkk., 2013). Berikut ini senyawa fenol yang terdapat pada tanaman anggur.

a. Flavonoid

Flavonoid adalah komponen terbesar dalam senyawa fenol yang memiliki struktur kimia C₆-C₃-C₆. Flavonoid terdapat dalam semua bagian anggur seperti biji, kulit, daging, dan daunnya. Senyawa flavonoid merupakan senyawa polar yang mudah larut dalam pelarut polar seperti metanol, etanol, aseton, butanol, dimetilformamida dan sebagainya. Flavonid memiliki enam sub kelas seperti, antosianin, flavonol, fkavonols, flavon, dan flavanonisoflavone. Beberapa penelitian menyatakan bahwa flavonoid

memiliki aktivitas antioksidan, antibakteri, antivirus, dan antiinflamasi (Arifin & Ibrahim, 2018).

Flavonoid dapat merusak membran sitoplasma bakteri dan mematikan sistem enzim bakteri. Kerusakan membran sitoplasma bakteri menyebabkan bocornya asam amino dan nukleotida. Kerusakan membran sitoplasma juga mencegah masuknya bahan-bahan aktif ke dalam sel sehingga bakteri mati. Membran sitoplasma yang rusak menyebabkan ion H^+ dari senyawa fenol dan flavonoid menyerang gugus fosfat. Gugus fosfat yang terserang akan menguraikan molekul fosfolipida menjadi gliserol, asam karboksilat dan asam fosfat. Fosfolipida yang terurai tidak mampu mempertahankan bentuk membran sitoplasma sehingga membran sitoplasma akan bocor dan bakteri akan mati (Arifin & Ibrahim, 2018).

b. Antosianin

Metabolit sekunder flavonoid memiliki turunan senyawa yaitu antosianin. Antosianin bersifat antibakteri sehingga dapat memengaruhi interaksi membran sel dan intraseluler. Antosianin menyebabkan kerusakan pada membran luar antimikroba seperti antosianidin (Nomer dkk., 2019). Antosianin merupakan senyawa flavonoid yang memengaruhi warna kulit pada buah Anggur Bali (Marpaung dkk., 2020).

Antosianin mudah larut dalam pelarut yang bersifat polar seperti etanol, metanol, butanol, aseton, dan formaldehida. Antosianin merupakan turunan flavonoid yang memiliki aktivitas antioksidan paling tinggi dan juga memiliki efektivitas sebagai antibakteri, antivirus, antiinflamasi, dan antialergi. Antioksidan mampu menangkal dan menetralkan radikal bebas. Radikal

bebas menyebabkan reaksi oksidasi berlebihan pada tubuh sehingga dapat merusak struktur dan fungsi sel (Arifin & Ibrahim, 2018).

c. Tanin

Tanin memiliki efek antibakteri yang berperan sebagai growth inhibitor sehingga banyak bakteri terhambat pertumbuhannya. Rahmawati menyatakan bahwa tanin adalah zat organik yang terdapat pada ekstrak tumbuhan dan larut dalam air (Rahmatari dkk., 2020). Mekanisme kerja tanin dalam membunuh bakteri melalui beberapa cara, yaitu dengan cara merusak enzim dan adhesi sel bakteri serta mengganggu transpor protein pada lapisan dalam sel. Tanin mampu merusak polipeptida pada dinding sel bakteri. Kerusakan dinding sel bakteri menyebabkan pembentukan dinding sel bakteri kurang sempurna dan sel bakteri menjadi lisis (Dinas Pertanian dan Perkebunan, 2018). Rahmatari menyatakan bahwa senyawa tanin mulai konsentrasi 1,56% mampu menghambat pertumbuhan bakteri (Rahmatari dkk., 2020).

d. Alkaloid

Alkaloid merupakan senyawa organik bersifat basa karena mengandung satu atau lebih atom nitrogen. Peran senyawa alkaloid bagi tanaman adalah untuk melindungi dari mikroorganisme sebagai antibakteri dan antijamur, herbivora, serta tanaman lain dengan cara menghasilkan senyawa kimia berupa zat allelopati. Alkaloid merupakan senyawa metabolit sekunder yang terbesar pada tanaman, memiliki aktivitas farmakologis sebagai analgesik, bronkodilator, antimikrobia, dan antileukimia (Fauzi, 2016).

2.3.4 Mekanisme Kerja Biji Anggur Bali Dalam Membunuh Bakteri

Antibakteri merupakan zat yang mampu menghambat pertumbuhan atau membunuh bakteri. Biji anggur mengandung berbagai senyawa bioaktif yang memiliki efek antibakteri, di antaranya yaitu flavonoid, tanin, proantosianidin, asam fenolat, dan katekin. Senyawa-senyawa tersebut bekerja dengan berbagai mekanisme yang mempengaruhi dinding sel, membran, dan proses metabolisme bakteri (Memar dkk., 2019).

Flavonoid memiliki aktivitas antibakteri dengan cara mengganggu permeabilitas membran sel dan menghambat sintesis dinding sel bakteri. Flavonoid juga dapat berikatan dengan protein membran dan membentuk kompleks dengan protein ekstraseluler, yang menyebabkan rusaknya integritas membran sel. Selain itu, flavonoid bekerja sebagai antioksidan yang mampu menghasilkan stres oksidatif pada sel bakteri sehingga menyebabkan kerusakan pada DNA dan protein seluler (Kitsiou dkk., 2023). Mekanisme antibakteri flavonoid juga melibatkan penghambatan enzim-enzim penting seperti ATP synthase dan enzim metabolisme energi, sehingga bakteri kehilangan kemampuan menghasilkan energi untuk bertahan hidup (Memar dkk., 2019).

Tanin memiliki aktivitas antibakteri dengan cara merusak struktur membran sel, menghambat enzim penting, serta mengganggu sintesis asam nukleat pada bakteri. Interaksi tanin dengan lipid dan protein membran menyebabkan kebocoran ion dan protein intraseluler yang berujung pada kematian sel (Czerkas dkk., 2024).

Proantosianidin merupakan senyawa utama pada biji anggur yang terdiri dari polimer katekin dan epikatekin. Senyawa ini bekerja dengan cara merusak membran sel bakteri melalui interaksi hidrofobik dengan lipid membran, yang

menyebabkan perubahan permeabilitas dan kebocoran ion serta protein dari dalam sel (Kitsiou dkk., 2023). Proantosianidin juga memiliki kemampuan menghambat pembentukan biofilm, yaitu lapisan pelindung yang dibentuk bakteri untuk bertahan dari kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan (Krasteva dkk., 2023).

Asam fenolat seperti asam galat dan asam p-kumarat memiliki aktivitas antibakteri dengan cara menghambat pertumbuhan bakteri melalui mekanisme gangguan terhadap sistem transport membran dan penurunan permeabilitas membran. Senyawa ini juga dapat berikatan dengan protein dinding sel dan enzim bakteri, yang menyebabkan terganggunya fungsi seluler (Chedea, 2016). Selain itu, asam fenolat mampu menghasilkan stres oksidatif yang menyebabkan kerusakan DNA dan protein bakteri (Memar dkk., 2019).

Aktivitas antibakteri dari biji anggur terjadi karena kombinasi kerja dari berbagai senyawa bioaktif di dalamnya. Flavonoid, tanin, proantosianidin, asam fenolat, dan katekin bekerja secara sinergis dalam merusak membran sel, menghambat enzim metabolik penting, menginduksi stres oksidatif, serta menghambat pembentukan biofilm, sehingga menyebabkan terganggunya fungsi sel bakteri dan akhirnya kematian sel (Memar dkk., 2019).

2.4 Aktivitas Antibakteri

Pengujian aktivitas antibakteri merupakan metode yang digunakan untuk menilai potensi atau konsentrasi suatu senyawa dalam memberikan efek terhadap mikroorganisme. Berdasarkan sifat toksisitas selektif, adanya zat yang bersifat menghambat pertumbuhan bakteri (bakteriostatik) dan yang bersifat membunuh bakteri secara langsung (bakteriosida). Antibakteri bakteriostatik menghambat

pertumbuhan bakteri tanpa membunuhnya, sementara antibakteri bakteriosida mampu membunuh patogen dalam rentang yang lebih luas (Sari, 2025).

Menurut Vasanthakumari (2009) dalam Kholifah (2018), metode pengujian antibakteri dapat dilakukan dengan metode difusi cakram, yang dikenal pula sebagai metode *Kirby – Bauer disc diffusion*. Metode difusi ini merupakan teknik untuk mengevaluasi aktivitas antibakteri dengan menentukan kerentangan bakteri terhadap suatu zat yang bersifat antibakteri. Metode difusi cakram *Kirby – Bauer disc diffusion* merupakan metode yang sering digunakan untuk menguji daya antibakteri dengan menggunakan cakram kertas (*paper disc*) yang mengandung berbagai larutan konsentrasi. Cakram kertas (*paper disc*) yang telah direndam pada berbagai larutan konsentrasi tersebut kemudian diinokulasikan pada media agar yang telah mengandung bakteri uji.

Metode difusi cakram menggunakan cakram kertas yang berdiameter 5mm dengan pengujian dilakukan menggunakan ekstrak, kontrol positif dan kontrol negatif. Kontrol positif berfungsi sebagai acuan dalam mengevaluasi aktivitas antibakteri dari ekstrak yang diuji. Apabila zona hambat yang dihasilkan oleh ekstrak melebihi atau mendekati nilai zona hambat kontrol positif, maka ekstrak tersebut dapat dikategorikan memiliki potensi sebagai antibakteri (Kholifah, 2018).

Aktivitas antibakteri ditentukan melalui terbentuknya zona hambat disekitar cakram yang mengandung senyawa aktif. Hal tersebut terjadi karena akibat difusi senyawa aktif dari cakram ke dalam medium, yang selanjutnya menghambat pertumbuhan bakteri uji di sekitar daerah cakram kertas (*paper disc*). Ukuran zona hambat dapat dipengaruhi oleh sejumlah faktor, antara lain kepadatan atau

viskositas media biakan, kecepatan difusi, kecepatan pertumbuhan bakteri, konsentrasi bahan uji, dan kondisi pada saat inkubasi (Kholifah, 2018).

