

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kesehatan gigi dan mulut sering terabaikan dan menjadi prioritas yang kesekian bagi sebagian orang dikarenakan kurangnya pengetahuan akan pentingnya kesehatan dan kebersihan gigi dan mulut. Rongga mulut merupakan pintu masuk bagi berbagai macam kuman dan bakteri yang dapat mengakibatkan berbagai macam penyakit, terutama penyakit gigi dan mulut.

Pada tahun 2022 *World Health Organization* (WHO) menyatakan bahwa sebanyak 3,5 miliar penduduk di seluruh dunia mengalami penyakit gigi dan mulut. Periodontitis termasuk salah satu penyakit yang dialami oleh 1 miliar penduduk di seluruh dunia. Periodontitis merupakan penyakit peradangan yang menyarang jaringan penyangga gigi (Maharani 2015). Berdasarkan data Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) pada tahun 2018 prevalensi penyakit periodontal di Indonesia dapat terbilang sangat tinggi yaitu mencapai 74.1%.

Resistensi bakteri akan terjadi ketika bakteri menjadi kebal terhadap antibiotik yang seharusnya efektif dalam pengobatan penyakit akibat bakteri. Alternatif lain yang dapat digunakan untuk menurunkan resistensi bakteri adalah dengan penggunaan tanaman dan pengobatan herbal. Dari beberapa jurnal, salah satu tanaman herbal yang dapat digunakan untuk menghambat

perkembangan *Fusobacterium nucleatum* adalah dengan menggunakan buah delima merah.

Tanaman herbal merupakan tanaman yang berkhasiat dalam penyembuhan maupun pencegahan segala macam penyakit. Bagian yang dapat dimanfaatkan dari tanaman herbal dapat berupa daun, batang, buah, akar, maupun segala bagian yang terdapat pada tanaman tersebut. Seiring dengan meningkatnya kesadaran dan kebutuhan akan perlunya hidup sehat, meningkat pula ketertarikan masyarakat akan adanya pengobatan herbal salah satunya ialah akan adanya tanaman herbal. Tanaman herbal dalam kedokteran gigi telah banyak diteliti maupun dipergunakan dalam pengobatan berbagai penyakit, salah satunya pada pengobatan penyakit periodontal. Salah satu tanaman herbal yang dapat dimanfaatkan dalam pengobatan penyakit periodontal ialah delima merah (*Punica granatum L.*) (Eltay dkk. 2021).

Delima (*Punica granatum L.*) merupakan tanaman herbal yang dapat dimanfaatkan buahnya sebagai pengobatan dan pencegahan berbagai macam penyakit, termasuk penyakit gigi dan mulut. Delima berasal dari Iran dan Afganistan serta daerah sekitarnya, termasuk Turkmenistan dan India utara (Preece & Moersfelder 2016). Delima yang terdapat di Indonesia dapat dikelompokkan berdasarkan warna buahnya, yaitu delima putih, delima merah, dan delima hitam.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh El-Hamamsy dan El-khamissi (2020) membuktikan bahwa ekstrak kulit buah delima kaya akan tanin, steroid, fenolik, alkaloid, flavonoid, terpenoid, dan saponin. Salah satu kandungan delima yang efektif bekerja sebagai antibakteri adalah flavonoid, jenis delima

yang memiliki kandungan flavonoid lebih tinggi dibandingkan jenis delima lainnya yakni delima merah (*Punica granatum L.*). Buah delima banyak dimanfaatkan bagian buahnya sebagai penurunan aktivitas peradangan, tetapi pemanfaatan kulitnya sangat jarang dilakukan. Beberapa penelitian telah membuktikan bahwa ekstrak kulit buah delima efektif dalam meredakan pembengkakan pada gingiva seperti pada gingivitis dan periodontitis. Kandungan flavonoid yang ada di ekstrak kulit buah delima memiliki potensi dalam menghambat pertumbuhan bakteri penyebab peradangan rongga mulut tersebut, salah satunya ialah bakteri *Fusobacterium nucleatum*.

Fusobacterium nucleatum adalah bakteri gram negatif anaerob yang ditemukan pada flora normal rongga mulut yang menyebabkan terjadinya penyakit periodontal (Hakima, Ermawati & Harmono 2018). Bakteri ini ditemukan sebanyak 85,1% pada rongga mulut baik pada individu yang sehat maupun pada individu yang sakit (Julietta 2022). Cara kerja bakteri ini sehingga menjadi periodontitis adalah dengan memproduksi berbagai jenis zat toksik seperti butirrat, ion propionate dan ammonium yang dapat menghambat terjadinya proliferasi fibroblas gingiva dan menembus epitel gingiva yang menyebabkan periodontitis (Hakima dkk. 2018). Bakteri ini terlibat dalam berbagai bentuk penyakit periodontal termasuk periodontitis kronis.

Jumlah bakteri *Fusobacterium nucleatum* yang merupakan spesies gram negatif yang terdapat pada plak gigi. Bakteri ini mendominasi sebagai penyebab periodontitis dan kurangnya pemanfaatan kulit buah delima merah, sehingga peneliti tertarik untuk melakukan penelitian mengenai efektivitas antibakteri

ekstrak kulit delima merah (*Punica granatum L.*) terhadap pertumbuhan *Fusobacterium nucleatum*.

1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah ekstrak kulit buah delima merah (*Punica granatum L.*) dengan konsentrasi 40% efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Fusobacterium nucleatum*?
2. Apakah ekstrak kulit buah delima merah (*Punica granatum L.*) dengan konsentrasi 60% efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Fusobacterium nucleatum*?
3. Apakah ekstrak kulit buah delima merah (*Punica granatum L.*) dengan konsentrasi 60% dibandingkan dengan konsentrasi 40% lebih efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Fusobacterium nucleatum*?

UNMAS DENPASAR

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Untuk mengetahui efektivitas dari ekstrak kulit buah delima merah (*Punica granatum L.*) terhadap pertumbuhan bakteri *Fusobacterium nukleatum*.

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Untuk mengetahui efektivitas daya hambat ekstrak kulit buah delima merah (*Punica granatum L.*) dengan konsentrasi 40% dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Fusobacterium nukleatum*.
2. Untuk mengetahui efektivitas daya hambat ekstrak kulit buah delima merah (*Punica granatum L.*) dengan konsentrasi 60% dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Fusobacterium nukleatum*.
3. Untuk mengetahui apakah daya hambat ekstrak kulit buah delima merah (*Punica granatum L.*) dengan konsentrasi 60% lebih efektif dibandingkan dengan konsentrasi 40% dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Fusobacterium nucleatum*.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Akademik

Menambah pengetahuan dalam bidang kedokteran gigi mengenai efektivitas ekstrak kulit buah delima merah (*Punica granatum L.*) dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Fusobacterium nukleatum*.

1.4.2 Manfaat Praktis

- a. Dapat membantu dalam pencegahan penyakit periodontal khususnya periodontitis kronis.
- b. Mengurangi penggunaan bahan-bahan kimiawi dimasyarakat dengan menggunakan bahan alami sebagai alternatif.

- c. Dapat memberikan informasi mengenai pemanfaatan bahan alami yang efektif mengendalikan pertumbuhan bakteri *Fusobacterium nukleatum*.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jaringan Periodontal

Jaringan periodontal merupakan jaringan pendukung gigi yang terdiri dari jaringan lunak dan jaringan keras. Jaringan lunak yang mendukung gigi adalah gingiva sedangkan jaringan keras pendukung gigi terdiri dari sementum, ligamen periodontal, dan tulang alveolar (Nurniza dkk. 2021).

A. Gingiva

Gingiva merupakan bagian mukosa rongga mulut yang menyelimuti tulang alveolar rahang dan mengelilingi bagian leher gigi. Gambaran klinis normal dari gingiva yaitu umumnya berwarna merah jambu (*coral pink*), kontur dan ukuran gingiva sangat bervariasi yang dipengaruhi oleh bentuk dan susunan gigi geligi pada lengkungnya, konsistensi gingiva tidak dapat digerakkan dan kenyal. Tekstur permukaan dari gingiva berbintik-bintik seperti kulit jeruk (Nurniza dkk. 2021)

B. Sementum

Sementum merupakan jaringan terklasifikasi yang membentuk akar gigi. Fungsi utama dari sementum adalah menghubungkan gigi dengan tulang alveolar (Pujiati dkk. 2020).

C. Ligamen Periodontal

Ligamen periodontal merupakan jaringan ikat yang menghubungkan akar gigi dengan tulang alveolar. Fungsi dari ligamen periodontal yaitu sebagai

pendukung dengan melekatkan gigi pada sekitar tulang alveolar, menyokong gigi dan membantu merasakan tekanan (Rosdiana dkk 2023).

D. Tulang Alveolar

Tulang alveolar merupakan jaringan yang termineralisasi dan bagian tulang rahang yang berfungsi sebagai pendukung gigi. Struktur tulang alveolar memiliki rongga tempat gigi tertanam, memberikan stabilitas dan kekuatan serta berperan dalam mendistribusikan tekanan pada saat mengunyah (Rosdiana dkk 2023).

2.2 Periodontitis

2.2.1 Pengertian Periodontitis

Periodontitis didefinisikan sebagai penyakit inflamasi pada jaringan pendukung gigi yang disebabkan oleh mikroorganisme tertentu, yang mengakibatkan kerusakan progresif pada ligamen periodontal dan tulang alveolar. Kerusakan tersebut berupa adanya kehilangan perlekatan yang dapat dilihat secara klinis sebagai kerusakan akibat inflamasi pada ligamen periodontal dan tulang alveolar. Kehilangan ini sering kali disertai dengan pembentukan poket periodontal serta perubahan kepadatan dan tinggi tulang alveolar di bawahnya. Periodontitis dapat diklasifikasikan kedalam beberapa kategori yaitu periodontitis kronis, periodontitis agresif, dan periodontitis sebagai manifestasi dari penyakit sistemik (Hinrichs, 2019:56).

Dalam pemeriksaan klinis, dapat ditemukan peningkatan kedalaman saat probing, pendarahan saat probing, serta perubahan pada kontur fisiologis,

seperti kemerahan dan pembengkakan pada gusi yang biasanya tidak disertai dengan sakit. Tanda-tanda inflamasi seperti perubahan warna, kontur, dan perdarahan saat probing tidak selalu menjadi indikator utama adanya kehilangan perlekatan. Namun, munculnya pendarahan pada saat probing selama pemeriksaan berlanjut merupakan indikator positif adanya kehilangan perlekatan di daerah yang mengalami pendarahan (Pasangallo 2022).

2.2.2 Etiologi Periodontitis

Etiologi penyakit periodontal dibagi menjadi dua faktor, yaitu faktor primer dan faktor sekunder. Faktor sekunder penyakit periodontal dapat berupa faktor lokal atau sistemik. Beberapa faktor lokal yang ada pada daerah gingiva merupakan predisposisi dari akumulasi deposit plak dan menghalangi pembersihan plak seperti; karies, restorasi, penggunaan alat *orthodontic* yang tidak sesuai, *crowding*, dan tumpukan sisa makanan. Kondisi sistemik seseorang juga memiliki potensi dalam mempengaruhi kesehatan jaringan periodontal seperti penyakit sistemik, infeksi reaksi obat, makanan dan gizi, serta perubahan fisiologis hormon (Riyanto 2021).

Etiologi utama dari penyakit periodontal adalah bakteri. Bakteri ini menempel pada permukaan gigi dan membentuk plak atau lapisan biofilm yang kaya akan mikroorganisme. Jika dibiarkan plak ini dapat mengalami mineralisasi, yaitu perubahan menjadi kalkulus. Kalkulus sulit dihilangkan hanya dengan sikat gigi biasa. Adanya kalkulus dan bakterinya yang berkembang biak di dalamnya mengakibatkan peradangan pada gusi dan

kerusakan jaringan periodontal, yang dapat menjadi penyakit periodontal jika tidak ditangani (Ika Andriani dkk. 2019).

Mikroorganisme patogen tertentu telah terbukti terkait dengan munculnya berbagai jenis penyakit periodontal. Mikroorganisme ini bertanggung jawab atas kerusakan jaringan ikat dan kehilangan tulang alveolar. Tetapi, kerentanan setiap individu bervariasi bergantung pada faktor risiko yang mempengaruhi. Gangguan dalam keseimbangan antara penghancuran dan pertahanan merupakan faktor risiko penting. Periodontitis cenderung akan terjadi ketika bakteri yang virulen hadir pada kondisi respon tubuh yang lemah (Rismawati 2021).

2.2.3 Patogenesis Periodontitis

Periodontitis merupakan gangguan multifaktorial yang disebabkan oleh bakteri dan gangguan keseimbangan antara *host* dan parasit sehingga menyebabkan destruksi jaringan. Proses terjadinya periodontitis melibatkan mikroorganisme dalam plak gigi dan faktor kerentanan *host* (Quamila 2016).

Tahap awal perkembangan periodontitis ditandai dengan adanya inflamasi pada gingiva sebagai respon terhadap serangan bakteri (Carranza et al. 2006 dalam Quamila 2016). Mikroorganisme yang terdapat di dalam plak subgingiva seperti *Porphyromonas gingivalis*, *Actinobacillus actinomycetemcomitans*, *Tannerella forsythia*, *Prevotella intermedia*, *Treponema denticola* dan *Fusobacterium nucleatum* akan mengaktifkan respon imun tubuh terhadap patogen periodontal dan endotoksin yang dihasilkan dengan merekrut neutrofil, makrofag dan limfosit ke dalam sulkus gingiva untuk menjaga jaringan *host* dan

mengontrol perkembangan bakteri (Neild-Gehrig & Willman 2003 dalam Quamila 2016).

Respon imun *host* sangat berperan dalam proses terjadinya periodontitis. Kerentanan imun *host* dapat dipengaruhi oleh genetik, pengaruh lingkungan dan tingkah laku seperti merokok, stres dan diabetes. Respon *host* yang tidak adekuat dalam melawan bakteri dapat menyebabkan hancurnya jaringan periodontal (Carranza et al. 2006 dalam Quamila 2016). Hancurnya jaringan periodontal terjadi ketika terdapat gangguan pada keseimbangan jumlah bakteri dengan respon imun *host*, hal ini dapat terjadi akibat *host* sangat rentan terhadap infeksi periodontal atau *host* terinfeksi bakteri dalam jumlah yang sangat besar. Sistem imun berusaha melindungi *host* dari infeksi dengan mengaktifkan sel imun seperti neutrofil, makrofag dan limfosit untuk melawan bakteri (Neild-Gehrig & Willman 2003 dalam Quamila 2016).

Makrofag distimulasi agar dapat memproduksi sitokin *matrix metalloprotein* (MMPs) dan prostaglandin E2 (PGE2). Sitokin MMPs dalam konsentrasi tinggi di jaringan akan memediasi hancurnya matriks seluler gingiva, perlekatan serat kolagen pada apikal epitel penyatu dan ligamen periodontal. Sitokin PGE2 memediasi hancurnya tulang dan menstimulasi osteoklas dalam jumlah banyak untuk meresorpsi puncak tulang alveolar (Neild-Gehrig & Willman 2003 dalam Quamila 2016).

Kehilangan kolagen dapat menyebabkan sel epitelium penyatu bagian apikal berproliferasi sepanjang akar gigi dan bagian korona dari epitelium penyatu terlepas dari akar gigi. Neutrofil menginvasi bagian korona epitelium penyatu dan memperbanyak jumlahnya, maka jaringan akan kehilangan

kesatuan dan terlepas dari permukaan gigi. Sulkus akan mengalami perluasan secara apikal dan pada tahap ini sulkus gingiva akan berubah menjadi poket periodontal (Quamila 2016).

2.2.4 Klasifikasi Periodontitis

A. Periodontitis kronis

Periodontitis kronis merupakan bentuk periodontitis yang paling umum ditemui. Perkembangan penyakit ini berkaitan dengan pembentukan biofilm subgingiva di dalam poket periodontal. Periodontitis kronis ini paling sering terjadi pada orang dewasa, tetapi dapat juga terjadi pada anak-anak. Adapun karakteristik dari periodontitis kronis ini ialah berkaitan dengan pola mikroba yang bervariasi, kalkulus pada subgingiva sering ditemui, tingkat perkembangan penyakit lambat hingga sedang dengan kemungkinan periode perkembangan cepat, berkaitan dengan penyakit sistemik (diabetes melitus, HIV), faktor lokal yang menjadi predisposisi dan faktor lingkungan seperti merokok dan stres emosional (Carranza 2019). Adapun organisme penyebab periodontitis kronis ini meliputi *Porphyromonas gingivalis*, *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*, *Eikenella corrodens*, dan *Fusobacterium nucleatum* (Ridwan, 2019).

Periodontitis kronis dapat diklasifikasikan lebih lanjut menjadi bentuk lokal dan umum serta dicirikan sebagai ringan, sedang, atau berat berdasarkan ciri khusus dimana bentuk lokal melibatkan kurang dari 30% gigi sedangkan bentuk umum melibatkan lebih dari 30% gigi yang terkena (Carranza 2019).

B. Periodontitis agresif

Periodontitis agresif ditandai dengan hilangnya perlekatan jaringan ikat dan kerusakan tulang alveolar secara cepat pada lebih dari satu gigi permanen dan tidak ditemui adanya akumulasi plak dan kalkulus. Penyakit ini dapat dibedakan dengan periodontitis kronis berdasarkan usia penderita, perkembangan penyakit yang sangat cepat dimana kerusakan pada tulang dan kehilangan perlekatan terjadi dengan sangat cepat dengan jumlah plak yang sedikit, perubahan respon imun *host* dan riwayat keluarga (Saputri & Masulili 2015).

Periodontitis agresif dapat diklasifikasikan kedalam bentuk lokal dan umum. Bentuk periodontitis lokal biasanya terjadi pada usia pubertas dan ditandai dengan penambahan kedalaman poket dan kehilangan tulang yang parah. Bentuk umum dari periodontitis agresif biasanya terjadi pada individu di bawah usia 30 tahun, pada penderita dijumpai respon antibodi yang lemah terhadap bakteri patogen yang ada. Secara klinis, bentuk umum periodontitis kronis dikarakteristikan dengan adanya kehilangan perlekatan interproksimal secara menyeluruh pada sedikitnya tiga gigi permanen (Novak 2006 dalam Saputri & Masulili 2015).

2.3 Bakteri *Fusobacterium nucleatum*

2.3.1 Pengertian *Fusobacterium nucleatum*

Fusobacterium nucleatum merupakan bakteri anaerob gram negatif yang umum berada di dalam rongga mulut dan dapat memiliki peran sangat penting

dalam pembentukan biofilm gigi dan penyakit periodontal. Bakteri ini memproduksi bermacam zat toksik, seperti *butirat*, *ion propionate* dan *ammonium* yang dapat menghambat terjadinya proliferasi *fibroblast* gingiva dan dapat menembus epitel gingiva serta keberadaannya di temukan di dalam plak yang akhirnya mengakibatkan terjadinya suatu penyakit pada jaringan periodontal (Hakima dkk. 2018). *Fusobacterium nucleatum* memiliki sifat perekat yang kuat akibat adanya lektin yang memperantarai penempelan pada epitel dan permukaan permukaan gigi serta penggumpalan dengan bakteri patogen jenis lainnya (Noer dkk. 2017).

Fusobacterium nucleatum merupakan spesies bakteri yang paling banyak ditemukan di dalam rongga mulut yaitu sebanyak 85,1% baik pada individu yang sehat maupun pada individu yang sakit. Pada penyakit yang sering terjadi pada rongga mulut seperti gingivitis *reversible*, gingivitis *irreversible*, periodontitis kronis, periodontitis agresif bakteri ini selalu terlibat. Seiring dengan berjalannya waktu, prevalensi bakteri ini selalu akan meningkat serta keparahan dan perkembangan penyakit peradangan (Groeger dkk. 2022).

2.3.2 Klasifikasi dan Morfologi Bakteri *Fusobacterium nucleatum*

Kingdom	: <i>Bacteria</i>
Subkingdom	: <i>Negibacteria</i>
Filum	: <i>Fusobacteria</i>
Kelas	: <i>Fusobacteria</i>
Ordo	: <i>Fusobacteriales</i>
Genus	: <i>Fusobacterium</i>

Spesies : *Fusobacterium nucleatum*

Fusobacterium berasal dari bahasa latin “*fusus*” yang bermakna poros dan “*bakterion*” yang berarti tangkai. *Fusobacterium nucleatum* merupakan bakteri gram negatif anaerob obligat penyebab terjadinya periodontitis dan termasuk ke dalam golongan *teriocidaceae* (Meilawaty dkk. 2021). Bentuk dari *Fusobacterium nucleatum* menyerupai batang. Panjang filamen bakteri ini adalah 5-25 μm . *Fusobacterium nucleatum* berasal dari genus *Fusobacterium* dimana bakteri ini merupakan bakteri yang memiliki gram negatif obligat basil anaerob yang memiliki ujung runcing atau fusiform dan menghasilkan butirrat sebagai produk akhir metabolisme (Richardson dkk. 2020).

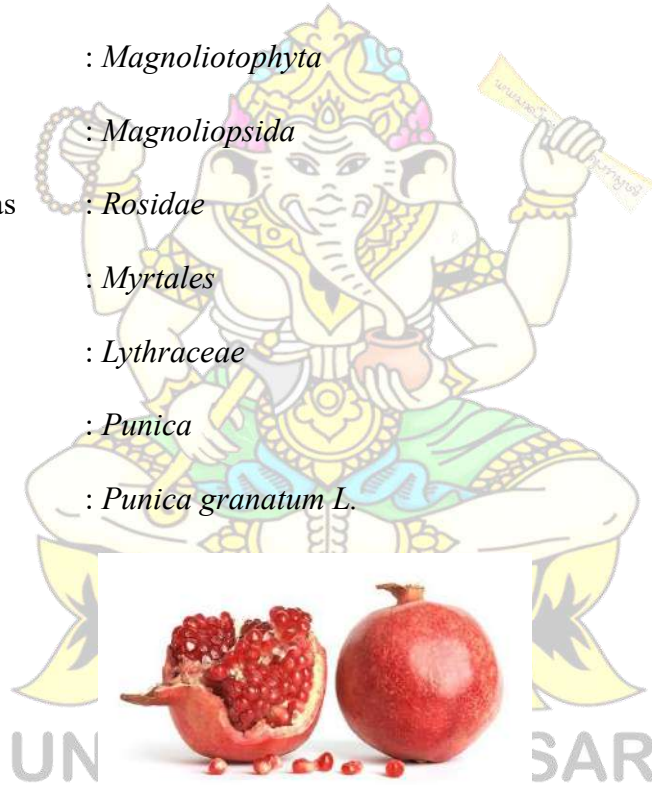
2.3.3 Patogenesis *Fusobacterium nucleatum*

Bakteri *Fusobacterium nucleatum* memiliki karakteristik biologis yang berkorelasi, di dalamnya terdapat beberapa kandungan adhesin pada permukaan yang dapat menggabungkan bakteri untuk mendorong pembentukan biofilm. Hidrogen sulfida, butirrat dan endotoksi dapat menghasilkan metabolit yang berbeda setelah kematian sel. *Fusobacterium nucleatum* mampu melepaskan vesikel ekstraseluler atau vesikel membran luar yang mengandung beberapa zat bioaktif. *Fusobacterium nucleatum* memiliki korelasi yang erat dengan perkembangan penyakit periodontal, halitosis, infeksi pulpa gigi, kanker mulut, dan penyakit ekstraoral (Groeger dkk. 2022).

2.4 Delima Merah (*Punica granatum* L.)

2.4.1 Klasifikasi dan Morfologi Delima Merah

Kingdom : *Plantae*
Subkingdom : *Tracheobionta*
Super Divisi : *Spermatophyta*
Divisi : *Magnoliotophyta*
Kelas : *Magnoliopsida*
Subkelas : *Rosidae*
Ordo : *Myrtales*
Famili : *Lythraceae*
Genus : *Punica*
Spesies : *Punica granatum* L.



Gambar 2.1 buah delima (*Punica granatum* L.)

(Greeners.co, 2019)

Delima merupakan buah yang berasal dari Iran dan Afganistan serta daerah sekitarnya, termasuk Turkmenistan dan India utara (Preece & Moersfelder 2016). Tanaman ini tersebar di berbagai daerah dengan iklim tropik maupun subtropik, dan dapat berkembang dengan baik pada media tanah yang gembur dan tidak banyak mengandung air. Buah delima yang ada di Indonesia terbagi atas warna buah merah, putih, dan hitam. Buah delima memiliki rasa

yang cenderung lebih manis dan segar dibandingkan jenis buah delima lainnya (Halim dkk. 2023).

2.4.2 Kandungan Kulit Buah Delima Merah

Dalam penelitian yang dilakukan oleh El-Hamamsy dan El-khamissi (2020) membuktikan bahwa ekstrak kulit buah delima kaya akan tanin, steroid, fenolik, alkaloid, flavonoid, terpenoid, dan saponin.

A. Tanin

Tanin merupakan senyawa polifenol dengan berat molekul yang sangat besar serta dapat membentuk senyawa kompleks dengan protein. Tanin berfungsi sebagai pengendap protein dan penghelat logam, sehingga senyawa ini memiliki peran biologis yang besar. Oleh karena hal tersebut tanin diprediksi dapat berperan sebagai antioksidan biologis (Noer, Pratiwi & Gresinta 2018).

B. Steroid

Steroid merupakan golongan tripernoid yang mengandung inti siklopentana perhidrofenantrena, yaitu terdiri dari tiga cincin sikloheksana dan satu cincin siklopentana. Steroid memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan garam dan mengendalikan metabolisme. Steroid yang terkandung dalam tanaman dapat menunjukkan efek penurunan kolesterol dan anti kanker (Nasrudin 2017).

C. Terpenoid

Terpenoid merupakan turunan terdehidrogenasi dan teroksidasi dari senyawa terpen. Terpenoid juga sering disebut isoprenoid, hal ini karena

kerangka karbonnya sama dengan senyawa isoprena. Golongan senyawa ini menunjukkan aktivitas farmakologi yang signifikan, seperti antibakteri (Balafif dkk. 2013 dalam Nasrudin 2017).

D. Fenolik

Senyawa fenolik merupakan senyawa yang memiliki gugus hidroksil dan paling banyak terdapat dalam tanaman. Senyawa ini bermanfaat bagi kesehatan seperti antioksidan, antikarsinogenik, antimikroba dan sebagainya. Senyawa ini adalah metabolit sekunder bioaktif yang terdistribusi secara luas dalam tanaman terutama disintesis oleh asam sikamat, pentosa fosfat dan jalur fenilpropanoid (Balasundram dkk. 2006 dalam Diniyah & Lee 2020).

E. Alkaloid

Alkaloid merupakan metabolit khusus yang terjadi secara alami dengan nitrogen yang berperan sebagai elemen karakteristik yang ada dalam struktur kimianya. Alkaloid adalah salah satu kelas basa yang mengandung nitrogen organik alami, senyawa ini telah digunakan sebagai bagian dari pengobatan tradisional selama ribuan tahun (Ramadhan & Hakim 2023).

F. Flavonoid

Flavonoid merupakan metabolit sekunder dari polifenol yang dapat ditemukan secara luas pada tanaman dan memiliki berbagai efek bioaktif termasuk antibakteri. Senyawa ini terdapat dalam semua tumbuhan hijau sehingga dapat ditemukan dalam setiap ekstrak tumbuhan. Bioaktif flavonoid dianggap sebagai fitokimia terpenting dikarenakan manfaat biologisnya bagi manusia yang luas (Arifin & Ibrahim 2018).

G. Saponin

Saponin merupakan glikosida dengan berat molekul tinggi yang tersusun dari gula yang terhubung dengan triperpen atau steroid aglikon (Illing dkk. 2017). Dalam bidang kesehatan saponin dapat digunakan sebagai penghambat pertumbuhan sel kanker (Santosa dkk. 2018).

