

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Lidah Buaya (*Aloe vera*)

Aloe vera atau yang dikenal dengan nama lidah buaya, dimanfaatkan pertama kali oleh bangsa Samaria pada tahun 1875 M.² Selain itu, dokumen tua yang berusia 3500 tahun (Papyrus Ebers) di Universitas Leipzig, mendeskripsikan lidah buaya sebagai bahan obat dan kosmetika yang telah dikenal berabad-abad silam.^{6,7} Menurut beberapa pakar kesehatan, lidah buaya telah dimanfaatkan dalam bidang kedokteran di 23 negara dan telah tercantum dalam daftar tanaman obat prioritas WHO serta mulai dikembangkan untuk meningkatkan ekonomi masyarakat bawah.^{7,8}

Lidah buaya pada awalnya berasal dari kepulauan Canary, Afrika. Kemudian menyebar ke Arab, India, Eropa, Asia Timur, dan Asia Tenggara termasuk Indonesia. Ternyata lidah buaya dapat tumbuh dengan subur di Indonesia, terutama di Pontianak, Kalimantan Barat, dengan alasan tanaman ini dapat tumbuh secara luas di negara-negara yang beriklim tropis dan tidak dapat bertahan pada temperatur dingin.^{7,8,9}

Terdapat lebih dari 250 spesies dari aloe yang tumbuh di seluruh dunia. Namun, hanya dua spesies yang komersil, yaitu *Aloe barbadensis* dan *Aloe aborescens*.⁹ Menurut Freddy Wilmana, seorang pengamat makanan kesehatan, dari sekitar 200 jenis tanaman lidah buaya, yang baik digunakan untuk pengobatan adalah varian *Aloe Barbadensis miller* karena mengandung 72 zat aktif yang dibutuhkan oleh manusia.¹⁰

Awalnya, aplikasi bahan lidah buaya terbatas sebagai obat oles penyakit kulit, namun kini penelitian menunjukkan bahwa lidah buaya memiliki berbagai manfaat untuk kesehatan seperti dalam penyembuhan luka, iritasi kulit, proses regenerasi sel, meringankan rasa sakit dan inflamasi, kesuburan rambut, memperkuat kekebalan tubuh, antipruritus, antioksidan dan bahkan sebagai obat antikanker, antiseptik, antibakteri, antiviral, serta antifungal.

Penggunaan lidah buaya kini tidak lagi sebagai aplikasi pengobatan tradisional, tetapi beralih menjadi fitoterapeutik, yang berarti suatu bahan tanaman yang digunakan sebagai bahan terapeutik yang telah dibuktikan secara ilmiah.¹¹

2.1.1 Klasifikasi

Secara taksonomi, lidah buaya diklasifikasikan sebagai berikut :¹²

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliophyta
Ordo	: Liliales
Family	: Liliaceae
Genus	: Aloe
Spesies	: Barbadensis

2.1.2 Morfologi Lidah Buaya



Gbr 2.1 Tanaman Lidah buaya (*Aloe barbadensis* Miller)

Lidah buaya merupakan tanaman sukulen, memiliki pelepah daun yang tebal, berbentuk triangular, meruncing, berduri sepanjang tepinya, dan tumbuh dari tangkai pendek yang dekat dengan tanah. Tanaman ini digolongkan ke dalam kelompok xeroid, karena hanya

Universitas Indonesia

dapat tumbuh di daerah tropis. Tanaman lidah buaya dapat tumbuh hingga 2 ½ inci hingga 4 kaki dengan rata-rata panjang 28-36 inci dan lebar 5 inci. Tiap tanaman biasanya memiliki 12-16 daun, berat 3 pon dan dapat dipanen tiap 6-8 minggu.^{6,7,9,13}

Lidah buaya terdiri dari dua bagian yang memiliki substansi dan komposisi yang berbeda, yaitu : 1) jaringan parenkim di sebelah dalam atau daging lidah buaya menghasilkan gel, suatu material yang jernih, semi-solid, tidak mempunyai rasa, mengandung 99% air dengan pH 4,5 dan sisanya terdiri dari asam amino, mineral, vitamin seperti vitamin A,C,E; enzim seperti karboksipeptidase; protein, polisakarida seperti glucomannan dan acemannan; 2) kelompok sel terspesialisasi, dikenal dengan tubulus perisiklik, berada di bawah kulit, memproduksi eksudat yang mengandung lateks berwarna kuning dan rasanya pahit dengan efek laksatif yang kuat.^{9,13,1}

2.1.3 Kandungan Lidah Buaya

Zat gizi yang terkandung dalam *Aloe barbadensis* terdiri dari protein, karbohidrat, lipid, vitamin B1,B2, B6, dan B12, asam folat dan vitamin C. Selain itu *Aloe barbadensis* juga mengandung mineral seperti kalium (K), kalsium (Ca), seng (Zn), natrium (Na), mangan (Mn), kromium (Cr), tembaga (Cu), enzim, mukopolisakarida, asam lemak, dan asam amino. Namun semua kandungan zat gizi ini memiliki kadar yang relatif rendah.¹⁴⁻¹⁵

Lidah buaya lebih unik dalam hal kandungan zat aktif, yaitu zat yang berinteraksi dengan sel hidup dalam jumlah yang kecil, namun menghasilkan perubahan signifikan pada metabolisme dan sifat sel.¹⁵

Gel lidah buaya mengandung bradikininase, lignin, asam amino, asam lemak, aloctin, campesterol, β -sitosterol, dan acemannan yang dapat mengatasi inflamasi serta lupeol, fenol, saponin, sterol dan sulfur yang memiliki sifat antiseptik, serta enzim, vitamin dan mineral. Sedangkan getah yang berasal dari kulit, mengandung

antrakuinon glikosida (aloin, aloe-emodin, dan barbaloin) yang berpotensi untuk menstimulasi efek laksatif.^{13,15-17}

Dari berbagai kandungan di dalamnya, kandungan dalam lidah buaya yang diketahui bersifat aktif dan memiliki sifat antibakteri adalah tannin, antrakuinon (aloin, emodin, barbaloin), saponin, dan sterol (lupeol).^{16,19-20}

Kedua komponen gel dan getah memiliki kegunaan dan manfaat masing-masing, sehingga gel dan getah akan saling melengkapi dalam kemampuan pengobatannya. Kesinergisan aktifitas dari seluruh zat aktif inilah yang berkontribusi terhadap khasiat yang mengagumkan dari tanaman ini.¹⁸⁻¹⁹

Tabel 2.1 Kandungan Zat Aktif dalam Aloe vera¹⁹

Zat	Komponen dan Fungsi
Asam amino	20 asam amino yang diperlukan manusia dan tujuh dari delapan asam amino esensial. Asam amino ini menyediakan protein untuk memproduksi jaringan otot.
Enzim	Aliiase, alkaline fosfatase, amilase, karboksipeptidase, katalase, selulase, lipase, peroksidase. Membantu pemecahan gula-baik dan lemak dalam pencernaan dan meningkatkan penyerapan nutrisi.
Gula	Monosakarida : glukosa dan fruktosa; Polisakarida : mannan/polimannosa. Berperan dalam aksi antiinflamasi, antivirus dan modulasi imun (acemannan).
Mineral	Kalsium, kromium, tembaga, zat besi, magnesium, mangan, potassium, sodium, seng. Berperan penting dalam kesehatan bersama vitamin dan lainnya.
Hormon	Auksin dan giberelin. Berfungsi dalam penyembuhan luka dan antiinflamasi.
Asam salisilat	Senyawa seperti aspirin. Berperan sebagai analgesik.
Lignin	Zat berbasis selulosa. Bertindak sebagai pertahanan terhadap

	komponen lain.
Saponin	Glikosida. Berguna sebagai antiseptik.
Sterol	Menyediakan empat steroid utama tumbuhan : kolestrol, kampesterol, lupeol, β -sitosterol
Antrakuinon	Aloe emodin, asam aloetic, aloin, antrasin, antranol, barbaloin, <i>chrysophanic acid</i> , emodin, minyak eter, ester dari <i>cinnamonic acid</i> , isobarbaloin, resistannol
Vitamin	Terdiri dari vitamin A, C, E, B, Kolin, B12, asam folat. Berguna sebagai antioksidan (A, C, E), untuk menetralsir radikal bebas.

2.2 Penyakit periodontal

Penyakit periodontal merupakan penyakit inflamasi kronik yang terutama disebabkan oleh bakteri yang terakumulasi pada plak dan kalkulus di margin gingiva.⁵ Pada penyakit periodontal, jaringan epitelium penghubung pada dasar sulkus gingiva mengalami penurunan sehingga membentuk poket periodontal. Hal ini secara langsung disebabkan oleh bakteri, dan secara tidak langsung merupakan efek samping dari respon inflamatori inang terhadap akumulasi plak.²⁰

Pada penyakit periodontal, suasana lingkungan di dalam sulkus gingiva menjadi sangat anaerobik dan terjadi peningkatan aliran cairan sulkus gingiva yang mengandung faktor pertahanan seluler dan humoral serta protein dan glikoprotein kompleks yang berguna sebagai substrat metabolisme bakteri, seperti zat besi dan hemin.²⁰

Plak merupakan suatu biofilm yang terbentuk antara bakteri dan gigi. Jika plak dibiarkan terakumulasi melewati batas yang sesuai dengan kondisi sehat, maka akan terjadi respon inflamatori oleh inang. Aliran cairan sulkus gingiva akan meningkat dan melepaskan komponen-komponen pertahanan dan molekul kompleks inang yang dapat dikatabolis oleh bakteri negatif Gram anaerob proteolitik.²⁰

Perubahan keseimbangan antara bakteri dan respon inang akan mendukung pertumbuhan bakteri patogen, sehingga terjadi perubahan proporsi dari mikroorganisme di subgingiva.²⁰ Hal ini mengakibatkan terjadinya destruksi jaringan ikat periodonsium. Peningkatan akumulasi plak disebabkan oleh tidak memadainya kebersihan mulut seseorang yang didukung oleh faktor-faktor lokal seperti kalkulus, restorasi yang tidak baik, atau gigi berjejal.^{5,20}

Patogenisitas plak tergantung pada keberadaan dan banyaknya bakteri tertentu. Proporsi bakteri subgingiva pada jaringan periodonsium sehat berbeda dengan jaringan periodonsium sakit. Jumlah total bakteri pada jaringan periodontal yang sakit dua kali lebih banyak dibandingkan jaringan periodontal sehat. Pada jaringan periodontal yang sehat ditemukan lebih banyak bakteri batang dan kokus positif Gram fakultatif anaerob, sedangkan pada penyakit periodontal, ditemukan lebih banyak bakteri batang motil dan *spirochete*, juga terjadi penurunan bakteri positif gram yang diiringi peningkatan bakteri batang negatif Gram ketika terjadi gingivitis dan periodontitis.⁵

Kualitas plak berperan penting dalam terjadinya penyakit periodontal. Terdapat tiga jenis bakteri negatif Gram di dalam plak yang terbukti berperan sebagai agen etiologi primer untuk periodontitis, yaitu *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* yang dihubungkan dengan periodontitis agresif, serta *Porphyromonas gingivalis*, dan *Bacteroides forsythus* yang ditemukan di periodontitis kronis. Bukti bahwa ketiga bakteri tersebut berperan sebagai agen etiologi primer didukung oleh: 1) eliminasi atau penekanan jumlah bakteri berdampak terhadap keberhasilan perawatan, 2) terdapat respon inang terhadap ketiga patogen, 3) faktor virulensi berkaitan erat dengan ketiga patogen, dan 4) inokulasi bakteri ini pada hewan percobaan menyebabkan terjadinya penyakit periodontal.⁵

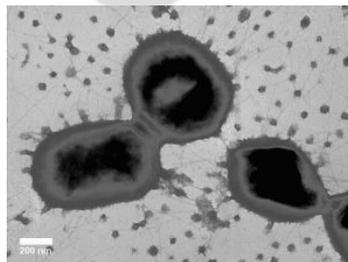
Bakteri lain yang ikut berperan dalam menimbulkan periodontitis adalah kumpulan bakteri positif Gram dan negatif Gram seperti *Campylobacter rectus*, *Eubacterium nodatum*, *Fusobacterium nucleatum*,

Prevotella intermedia, *Peptostreptococcus micros*, *Streptococcus intermedius*, dan *Treponema denticola*.⁵

Kemampuan mikroorganisme untuk menyebabkan penyakit disebut sebagai faktor virulensi. Pada periodontitis, langkah awal dari patogenesis penyakit adalah kolonisasi dan multiplikasi bakteri pada jaringan periodontal. Invasi bakteri atau produk bakteri yang masuk ke dalam jaringan periodontal penting dalam proses terjadinya penyakit. Kemudian, langkah selanjutnya adalah kemampuan bakteri untuk menghindari mekanisme pertahanan inang. Proses hancurnya jaringan dihasilkan dari interaksi bakteri atau substansi bakteri dengan sel inang yang secara langsung atau tidak langsung mengarah pada degradasi jaringan periodontal.⁵ Dengan demikian faktor virulensi terdiri dari faktor kemampuan bakteri untuk berkoloni dan menginvasi jaringan inang serta faktor kemampuan bakteri secara langsung atau tidak langsung untuk menyebabkan jaringan inang rusak.⁵

Adapun faktor - faktor resiko yang mendukung timbulnya penyakit periodontal pada seseorang antara lain adalah kebiasaan merokok, yang dapat meningkatkan resiko penyakit periodontal menjadi dua sampai tujuh kali lipat, penyakit sistemik seperti diabetes, kondisi-kondisi yang berhubungan dengan penurunan jumlah, aktifitas atau disfungsi PMN seperti pada periodontitis agresif, faktor genetik, penambahan usia, kondisi stress, serta tingkat kebersihan mulut.²⁰

2.3 Porphyromonas gingivalis



Gbr 2.2 *Porphyromonas gingivalis*²¹

Oliver dan Wherry (1921), berhasil mengisolasi *Porphyromonas gingivalis* dari rongga mulut, dan mencatat bahwa koloni tersebut menghasilkan pigmen yang disalah artikan sebagai melanin, namun setelah penelitian lebih lanjut, ternyata pigmen hitam/gelap yang ditemukan merupakan hemin. Oleh karena itu, *Porphyromonas gingivalis* disebut sebagai bakteri berpigmen hitam.²¹⁻²³

Pada rongga mulut, *Porphyromonas gingivalis* terutama ditemukan di area subgingival, khususnya pada penyakit periodontal tahap lanjut atau pada kasus adult periodontitis.^{21,24} Selain itu, bakteri ini dapat ditemukan pula pada lidah dan tonsil.²³

2.3.1 Klasifikasi

Pada awalnya, bakteri ini dikelompokkan dalam genus *Bacteroides*. Namun, pada beberapa tahun belakangan, spesies ini diklasifikasikan ke genus *Porphyromonas*. Spesies ini dibedakan dari anggota *Bacteroides* lain berdasarkan isi G+C (*G+C content*), dengan *Porphyromonas* berada diantara 46-54% dibedakan dengan *Bacteroides* yang berada diantara 40-48%. Karena alasan itu, maka istilah *Bacteroides* tidak lagi sesuai meskipun masih umum digunakan.²²

Secara taksonomi, *Porphyromonas gingivalis* diklasifikasikan sebagai berikut :^{21,25}

- Kingdom : Bacteria
- Superphylum : Bacteroidetes/Chlorobi group
- Phylum : Bacteroidetes
- Class : Bacteroides
- Ordo : Bacteroidales
- Family : *Porphyromonadaceae*
- Genus : *Porphyromonas*
- Species : *Porphyromonas gingivalis*

2.3.2 Karakteristik

Karakter *Porphyromonas gingivalis* adalah memiliki bercak hitam, *pleomorphic* terutama berbentuk batang pendek, non-motil, negatif Gram, non-fermentasi, tidak membentuk spora, obligat anaerob, *asaccharolytic*, dapat tumbuh optimum pada suhu 36,8-39°C dengan pH antara 7.5-8.0.²⁰⁻²⁶

2.3.3 Metabolisme

Porphyromonas gingivalis membutuhkan hemin, hasil akhir metabolik darah sebagai sumber zat besi, serta peptida untuk pertumbuhan. Bakteri akan mengikat hemin pada permukaan sel dan mentransportasikan seluruh molekulnya ke dalam sel dengan mekanisme yang membutuhkan suatu energi. Untuk memenuhi kebutuhan ini, bakteri menghasilkan tiga hemagglutinin yang berpartisipasi dalam interaksi perlekatan dengan inang dan lima proteinase yang berkontribusi untuk menginaktifkan molekul efektor pada respon imun dan juga berperan dalam destruksi jaringan. Selain itu, bakteri *asaccharolytic* ini juga bergantung pada substrat nitrogen sebagai sumber tenaga, karena senyawa glukosa tidak dapat dikonversi menjadi produk akhir metabolik, namun digunakan untuk biosintesis makromolekul intraseluler.^{21,24,27}

2.3.4 Mekanisme Perlekatan Pada Inang

Untuk memfasilitasi kolonisasinya, *Porphyromonas gingivalis* membutuhkan bakteri pendahulu beserta produknya di dalam plak seperti *Streptococcus*, melalui penyediaan daerah perlekatan antar spesies dan substrat untuk pertumbuhan, serta penurunan tekanan oksigen hingga level yang rendah yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan pertahanannya. Setelah itu, *Porphyromonas gingivalis* berikatan dengan koloni bakteri lainnya, seperti *Fusobacterium nucleatum*, *Treponema denticola* dan *Bacteroides forsythus* yang merupakan koloni yang terakhir muncul

Universitas Indonesia

pada rongga mulut.²⁷ Kolonisasi pada area subgingiva juga difasilitasi oleh kemampuan *Porphyromonas gingivalis* untuk melekat pada struktur gigi, bakteri lain atau sel epitel manusia, khususnya pada sulkus gingiva.²²⁻²⁴

Perlekatan bakteri dibantu berbagai faktor virulensi yang berhubungan dengan destruksi jaringan dan mekanisme pertahanan terhadap inang, yang meliputi 1) *Fimbriae* sebagai perantara utama dalam perlekatan bakteri ke substrat yang tersedia; 2) Protease, terutama arginine-spesifik, yang disebut gingipain, dapat mendegradasi molekul inang seperti immunoglobulin, komplemen, protein sekuester hemin, hemolisin, kolagenase dan protein jaringan ikat inang, serta dapat berperan dalam jalur tidak langsung untuk menghancurkan jaringan dengan mendegradasi *inhibitor* yang dihasilkan inang untuk mengatur protease inang yang terlibat dalam inflamasi, dengan begitu *Porphyromonas gingivalis* dapat mengaktifkan jalur kallikrein-kinin yang meningkatkan permeabilitas vaskular untuk menyediakan nutrisi pada sulkus gingiva; 3) Hemagglutinin akan menginisiasi kolonisasi dengan cara memperantarai pengikatan bakteri dengan reseptor (oligosakarida) pada sel manusia; 4) Kapsular polisakarida yang menghambat fagositosis oleh sel imun inang serta berperan penting dalam perlekatan sel.^{22-23,25,27-28}

Bakteri menghasilkan produk akhir metabolik yang meliputi butirir dan propionat dengan berat molekul rendah untuk mempermudah penetrasinya ke dalam jaringan dan mengganggu aktivitas sel tubuh.²¹

Mekanisme perlawanan bakteri terhadap sel inang, yaitu dihasilkannya asam suksinat yang akan menghambat kemotaksis neutrofil, dengan cara menurunkan pH intrasel pada neutrofil serta menghambat pergerakan respon PMN terhadap peptida kemotaktik dengan cara mendepolarisasi membran PMN.²⁷

2. 4 Antibakteri

Antibakteri merupakan zat aktif pembasmi bakteri, terutama bakteri yang merugikan manusia. Suatu zat antibakteri harus memiliki sifat toksisitas selektif, artinya suatu zat aktif dapat berbahaya bagi parasit tetapi tidak membahayakan inang. Toksisitas selektif lebih bersifat relatif, bahwa suatu zat aktif pada konsentrasi tertentu dapat ditoleransi oleh inang dan di sisi lain dapat merusak parasit.²⁹⁻³⁰

Berdasarkan sifat toksisitas selektif maka antibakteri ada yang bersifat menghambat pertumbuhan (bakteriostatik) dan ada yang bersifat membunuh (bakterisid). Konsentrasi minimal yang diperlukan untuk menghambat pertumbuhan atau membunuhnya, masing-masing dikenal sebagai Konsentrasi Hambat Minimal (KHM) dan Konsentrasi Bunuh Minimal (KBM). Aktivitas antibakteri tertentu dapat meningkat dari bakteriostatik menjadi bakterisid bila kadar antibakterinya ditingkatkan melebihi KHM. Sifat antibakteri dibagi menjadi dua kelompok, yaitu berspektrum sempit dan berspektrum luas.²⁹ Pengukuran aktivitas antibakteri secara invitro digunakan untuk menentukan potensi agen antibakteri dalam larutan, konsentrasinya dalam cairan atau jaringan tubuh, dan sensitivitas bakteri terhadap konsentrasi tertentu suatu zat aktif. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi aktivitas antibakteri adalah pH lingkungan, komponen perbenihan, stabilitas zat aktif, ukuran inokulum, masa pengeraman, aktivitas metabolik bakteri. Bakteri yang aktif dan tumbuh cepat lebih peka terhadap daya kerja zat aktif dibandingkan bakteri yang berada dalam keadaan istirahat.³⁰

2.4.1 Mekanisme Kerja Antibakteri

Antibakteri bekerja melalui beberapa mekanisme yaitu mekanisme penghambatan sintesis dinding sel, penghambatan fungsi membran sel, penghambatan sintesis protein, penghambatan metabolisme sel bakteri, dan penghambatan sintesis asam nukleat.²⁹⁻³⁰

Secara umum, antibakteri yang bersifat bakteriostatik menghambat metabolisme atau sintesis komponen seluler yang tidak

Universitas Indonesia

menghancurkan sel. Sebaliknya, antibakteri yang bersifat bakterisidal dapat menyebabkan kematian sel dengan mengganggu sintesis atau fungsi dinding sel, membran sel, atau keduanya.²²

Mekanisme pertama terjadi pada dinding sel yang mengandung peptidoglikan, yaitu suatu kompleks polimer mukopeptida yang terdiri dari polisakarida dan polipeptida. Polisakarida terikat pada rantai peptida pendek yang dapat mengganggu sifat kekerasan suatu dinding sel jika terjadi reaksi transpeptidasi oleh berbagai enzim. Setelah zat antibakteri terikat dengan reseptor, terjadi penghambatan reaksi transpeptidasi dan terhentinya sintesis peptidoglikan. Kemudian terjadinya inaktivasi inhibitor enzim autolisis dalam dinding sel yang dapat mengaktifasi enzim lisis dan menyebabkan terjadinya lisis jika lingkungan sel bakteri memiliki tekanan yang sama atau isotonik. Sedangkan mekanisme penghambatan fungsi membran sel disebabkan karena terganggunya integritas fungsional membran sel yang dapat menyebabkan makromolekul dan ion keluar dari dalam sel bakteri sehingga terjadi kematian sel. Mekanisme penghambatan sintesis protein terjadi melalui aktivitas penghambatan translasi dan transkripsi bahan genetik. Mekanisme lainnya adalah penghambatan metabolisme sel bakteri, yaitu dengan penghambatan kerja enzim yang penting bagi pertumbuhan bakteri. Dan mekanisme terakhir adalah penghambatan sintesis asam nukleat yaitu dengan menghambat sintesis RNA dan DNA pada suatu enzim dalam sel bakteri.²⁹⁻³⁰

Antibakteri dalam suatu produk dental yang digunakan untuk mengendalikan akumulasi plak dan mencegah penyakit memiliki empat mekanisme utama, yaitu mengurangi tingkat akumulasi dari plak baru, mengurangi atau menghilangkan plak yang sudah ada, menekan pertumbuhan bakteri yang berkaitan dengan penyakit secara selektif, dan mencegah produksi dari faktor virulensi. Hal ini bergantung pada konsentrasi yang ada. Pada konsentrasi tinggi, agen

Universitas Indonesia

dapat bersifat bakterisidal, bakteriostatik, dan mengurangi akumulasi plak. Sedangkan pada konsentrasi rendah, agen dapat efektif mengurangi produksi dari faktor virulensi yang berkontribusi terhadap patogenisitas suatu bakteri. Misalnya dengan cara menghambat produksi asam seperti protease dan sitotoksin yang dihasilkan dari aktivitas protease.³¹

2.4.2 Bahan kimia antibakteri

Antibakteri dibagi menjadi dua golongan berdasarkan kecepatan kerja dan produksi residu. Golongan pertama mengandung bahan yang bekerja secara cepat menghancurkan bakteri, tetapi dengan cepat menghilang melalui evaporasi atau pemecahan sehingga tidak terdapat residu aktif yang tertinggal. Contohnya adalah alkohol, klorin, peroksida, dan aldehid. Sedangkan golongan kedua terdiri dari senyawa baru yang meninggalkan residu pada permukaan untuk dibasmi, yang berarti bahwa golongan ini memiliki masa kerja yang lama. Contoh umum golongan ini yaitu triklosan, triklokarban, dan benzalkonium klorida.³²

2.5 Senyawa fenol

Fenol atau asam karbolat atau benzenol adalah zat kristal tak berwarna hingga berwarna pink cerah yang memiliki bau tajam dan khas. Rumus kimianya adalah C_6H_5OH dan strukturnya memiliki gugus hidroksil (OH) yang berikatan dengan cincin benzene.³³

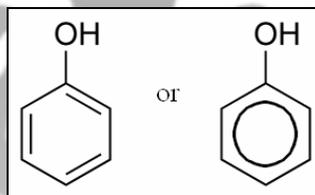
Senyawa fenol meliputi aneka ragam senyawa yang berasal dari tumbuhan, yang mempunyai ciri sama yaitu cincin aromatik yang mengandung satu atau dua gugus hidroksil. Senyawa fenol cenderung mudah larut dalam air karena seringkali berikatan dengan gula sebagai glikosida, dan biasanya terdapat dalam vakuola sel. Selain itu senyawa fenol peka terhadap oksidasi enzim dan cepat membentuk kompleks dengan protein. Golongan terbesar dari senyawa fenol adalah flavonoid dan

Universitas Indonesia

beberapa golongan bahan polimer penting dalam tumbuhan seperti lignin, melanin, dan tanin.³⁴

Senyawa fenol memiliki aktivitas antiseptik yaitu dengan berinteraksi dengan sel bakteri melalui proses adsorpsi yang melibatkan ikatan hidrogen. Pada konsentrasi rendah, terbentuk kompleks protein fenol dengan ikatan yang lemah dan segera mengalami peruraian kemudian fenol bekerja dengan merusak membran sitoplasma dan dapat menyebabkan kebocoran isi sel. Sedangkan pada konsentrasi tinggi, zat tersebut berkoagulasi dengan protein seluler dan membran sitoplasma mengalami lisis. Aktivitas tersebut sangat efektif ketika bakteri dalam tahap pembelahan, dimana lapisan fosfolipid di sekeliling sel sedang dalam kondisi yang sangat tipis sehingga fenol dapat berpenetrasi dengan mudah dan merusak isi sel.³⁵

Senyawa fenol yang terkandung dalam tumbuhan lidah buaya yaitu antrakuinon.¹⁷



Gbr 2.3 Struktur fenol³⁶⁻³⁷

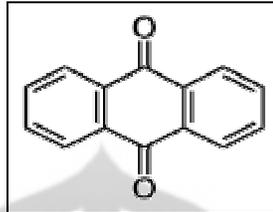
2.5.1 Antrakuinon

Tabel 2.2 Sifat Fisik dan Kimia³⁸

Senyawa	Formula	Massa Molar	Titik Lebur	Titik didih
Anthraquinone	C ₁₄ H ₈ O ₂	208,20	287°C	377°C

Antrakuinon (9,10-dioxoanthracene) merupakan senyawa organik aromatik yang merupakan derivat dari antrasin. Ditemukan secara alami dalam beberapa tanaman, serangga, jamur dan lichen.

Senyawa ini dapat larut dalam alkohol, nitrobenzene dan aniline namun semi larut dalam air. Antrakuinon berbentuk seperti bubuk kristalin berwarna kuning atau abu-abu terang hingga abu kehijauan. Derivat antrakuinon alami cenderung memiliki efek laksatif.³⁹

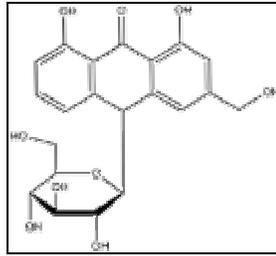


Gbr 2.4 Struktur antrakuinon⁴⁰

Senyawa antrakuinon yang terdapat sebagai glikosida mungkin larut sedikit dalam air, tetapi umumnya kuinon lebih mudah larut dalam lemak dan akan terekstraksi dari ekstrak tumbuhan kasar bersama-sama dengan karotenoid dan klorofil.³⁴

Antrakuinon yang terkandung dalam lateks kulit lidah buaya, terdiri dari glikosida Aloin A dan Aloin B. Aloin ini memiliki sifat antiinflamasi dan antibakteri. Namun, dalam jumlah besar, dapat menimbulkan efek pencahar atau laksatif dengan meningkatkan gerakan peristaltik usus.

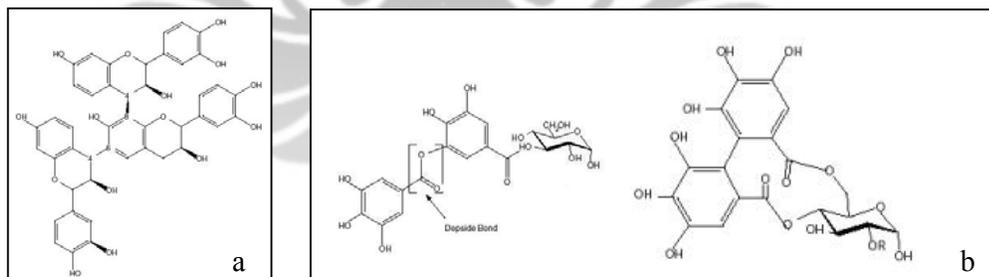
Dalam lidah buaya, jenis antrakuinon yang paling sering ditemukan adalah aloin dan aloe emodin.¹⁷ Aloin merupakan senyawa yang rasanya pahit, berwarna kuning, diisolasi dari getah aloe yang berwarna kuning dan tidak ditemukan dalam gel. Senyawa ini digunakan sebagai stimulan efek laksatif yaitu dengan mengatasi konstipasi dengan menginduksi pergerakan usus.⁴¹⁻⁴²

Gbr 2.5 Struktur aloin⁴³

2.5.2 Tanin

Tanin merupakan senyawa fenolik larut air yang berasal dari tumbuhan berpembuluh dengan berat molekul 500 hingga 3000. Senyawa ini banyak terdistribusi dalam kingdom plantae yaitu pada daun, buah, kulit batang, atau batang.³⁴

Oleh karena rasanya yang sepat, tumbuhan yang mengandung tannin dapat terlindungi dari herbivora.¹ Selain itu, tannin memiliki aktivitas biologis sebagai pengkhelat ion logam; agen presipitasi protein, alkaloid, gelatin, polisakarida; antioksidan biologis dan merupakan salah satu senyawa antibakteri yang umumnya terdapat pada tanaman berkhasiat obat yang digunakan dalam pengobatan.^{3,44}

Gbr 2.6 Struktur Kimia Tannin : a. Tanin terkondensasi b. Tannin terhidrolisis⁴⁵

2.6 Terpenoid

Terpenoid mencakup sejumlah besar senyawa tumbuhan yang berasal dari molekul isoprena $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{CH}=\text{CH}_2$ dan kerangka karbonnya dibangun oleh penyambungan dua atau lebih satuan C5 ini. Terpenoid terdiri atas beberapa macam senyawa, mulai dari komponen minyak atsiri, yaitu monoterpena dan seskuioterpena yang mudah menguap (C10 dan C15), diterpena yang lebih sukar menguap (C20), sampai ke senyawa yang tidak menguap, yaitu triterpenoid (C30) dan pigmen karotenoid (C40).³⁴

Triterpenoid dibedakan menjadi empat golongan senyawa yaitu triterpena sebenarnya, steroid, saponin, dan glikosida jantung. Pada lidah buaya terdapat senyawa aktif yang termasuk golongan triterpenoid yaitu saponin dan sterol.³⁴

2.6.1 Saponin

Saponin adalah suatu glikosida yang ditemukan dari sumber alami dan dapat dideteksi berdasarkan kemampuannya membentuk busa setelah dikocok dalam pelarut cair serta dapat menghemolisis sel darah.³⁴ Saponin merupakan glikosida dari triterpenoid atau aglikon steroid dengan jumlah rantai gula yang bervariasi.⁴⁶

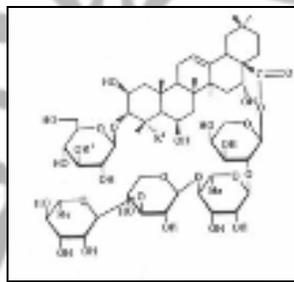
Saponin terdapat pada seluruh tanaman dengan konsentrasi tinggi pada bagian tertentu. Fungsi dalam tanaman adalah sebagai bentuk penyimpanan karbohidrat, produk buangan dari metabolisme tumbuh-tumbuhan, atau sebagai pelindung terhadap serangan serangga.

Saponin yang memiliki berat molekul relatif tinggi dan sulit untuk dimurnikan dan diidentifikasi mempunyai beberapa sifat lain yang di antaranya adalah mempunyai rasa yang pahit, dalam larutan air membentuk busa yang stabil, merupakan racun kuat untuk ikan dan amfibi, serta dapat membentuk persenyawaan dengan kolesterol dan hidrokosteroid lainnya. Berdasarkan atas komposisi kimiawinya, saponin berbeda pada karbohidrat dan aglikon (glikosida bebas yang

Universitas Indonesia

juga diistilahkan sebagai sapogenin) , sehingga tumbuh-tumbuhan tertentu dapat mempunyai macam-macam saponin yang berlainan.⁴⁷

Saponin bersifat hipokolesterolemik, imunostimulator, dan antikarsinogenik. Mekanisme antikoarsinogenik saponin meliputi efek antioksidan dan sitotoksik langsung pada sel kanker.⁴⁸ Selain itu saponin sangat efektif sebagai agen antimikroba terhadap bakteri, virus, jamur, dan ragi.²⁰ Saponin dilaporkan memiliki aktivitas antivirus terhadap virus herpes, polio, Epstein-Barr, dan HIV. Saponin yang terikat pada satu atau lebih rantai gula (monodesmosidic saponin) memiliki aktivitas fungitoksik atau fungistatik dan aktivitas antimikroba yang lemah, sedangkan steroid saponin memiliki efektivitas yang lebih tinggi.⁴⁹

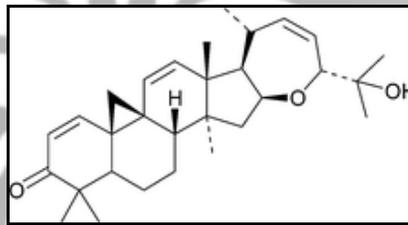


Gbr 2.7 Struktur saponin⁵⁰

2.6.2 Sterol

Sterol atau steroid alkohol merupakan turunan dari kelompok steroid yang memiliki triterpena dengan kerangka dasar cincin siklopentana perhidrofenantrena dan memiliki grup hidroksil.^{34,51} Secara kimia, sterol memiliki struktur dasar yang sama dengan kolesterol namun terdapat modifikasi pada rantai lateral dengan penambahan satu atau dua karbon atom pada C-24.⁵² Senyawa sterol yang terdapat pada setiap tumbuhan disebut fitosterol. Antara lain adalah sitosterol, stigmasterol, kampasterol, α -spinasterol, ergosterol, fukosterol.³⁴

Fitosterol merupakan senyawa berupa bubuk, memiliki titik leleh antara suhu 135-142°C. Fitosterol memiliki kemampuan untuk berkompetisi dengan kolesterol dalam usus, sehingga menghambat penyerapan kolesterol dalam tubuh dan menurunkan kadarnya dalam darah.⁵²⁻⁵³ Sterol yang terkandung dalam lidah buaya yaitu kolesterol, campesterol, lupeol, dan β -sitosterol berfungsi sebagai agen antiinflamatori. Lupeol juga memiliki sifat analgesik, antimalaria, antiatriitik, dan antiseptik.^{17,52} Dalam hubungannya dengan sifat antiseptik, lupeol terbukti aktif terhadap *Staphylococcus aureus*.⁵⁴ Fitosterol dapat terkandung dalam produk pangan yang berasal dari tumbuhan seperti minyak tumbuhan, *mayonnaise*, kacang, biji-bijian, buah-buahan, suplemen makanan, sereal, dan sejumlah produk susu tersuplementasi.⁵³



Gbr.2.8 Struktur Kimia Triterpenoid⁵⁵

2.7 Metode Ekstraksi

Metode ekstraksi bahan alam dengan pelarut dibedakan menjadi cara pendinginan (*cold processing*) dan cara pemanasan (*heat processing*).

1. Cara Pendinginan

a. Maserasi

Dilakukan dengan perendaman serbuk simplisia dalam cairan pelarut. Cairan pelarut akan menembus dinding sel dan masuk ke dalam rongga sel yang mengandung zat aktif, zat aktif akan larut dan karena adanya perbedaan konsentrasi antara larutan zat aktif di dalam sel dengan luar sel, maka larutan yang terpekat di dalam sel

akan terdesak ke luar. Peristiwa tersebut berulang hingga terjadi keseimbangan konsentrasi antara larutan di luar sel dan di dalam sel.

Maserasi digunakan untuk ekstraksi simplisia yang mengandung zat aktif yang mudah larut dalam cairan pelarut, tidak mengandung zat yang mudah mengembang dalam cairan pelarut, tidak mengandung benzoin, dan lainnya. Cairan pelarut dapat berupa air, etanol, air-etanol atau pelarut lain. Bila cairan pelarut berupa air, maka untuk mencegah timbulnya kapang, dapat ditambahkan bahan pengawet yang diberikan pada awal ekstraksi. Metode maserasi membutuhkan waktu pengerjaan yang lama dan ekstraksi yang kurang sempurna.⁵⁶

Maserasi dapat dilakukan modifikasi, misalnya :

1) Remaserasi

Cairan pelarut dibagi menjadi dua. Seluruh serbuk simplisia yang dimaserasi dengan cairan pelarut pertama, sesudah didiamkan dan diperas, ampas dimaserasi lagi dengan cairan pelarut yang kedua.

2) Maserasi Melingkar Bertingkat

Pada proses ini, tiap serbuk simplisia disari beberapa kali (dilakukan dua kali) dengan sejumlah cairan pelarut.⁵⁶

b. Perkolasi

Adalah ekstraksi dengan pelarut yang selalu baru hingga sempurna, yang umumnya dilakukan pada suhu kamar. Proses terdiri dari tahapan pengembangan bahan, tahap maserasi antara, tahap perkolasi sebenarnya (penetesan/penampungan ekstrak), terus menerus hingga diperoleh ekstrak (perkolat) yang jumlahnya 1-5 kali bahan.⁵⁷

2. Cara Pemanasan

a. Refluks

Adalah ekstraksi dengan pelarut pada titik didihnya, selama waktu tertentu dan jumlah pelarut terbatas yang relatif konstan dengan adanya pendingin balik.⁵⁷

b. Soxhlet

Adalah ekstraksi menggunakan pelarut yang selalu baru yang umumnya dilakukan dengan alat khusus sehingga terjadi ekstraksi kontinu dengan jumlah pelarut relatif konstan dengan adanya pendingin balik.⁵⁷

c. Digesti

Adalah maserasi kinetik (dengan pengadukan kontinu) pada suhu yang lebih tinggi dari suhu kamar, yaitu umumnya pada suhu 40-50°C.⁵⁷

d. Infus

Adalah ekstraksi dengan pelarut air pada temperatur penangas air (bejana infus tercelup dalam penangas air mendidih, suhu terukur 96-98°C) selama waktu tertentu (15-20 menit). Umumnya digunakan untuk memperoleh zat kandungan aktif yang larut dalam air dari bahan-bahan nabati. Ekstraksi dengan cara ini menghasilkan sari yang tidak stabil dan mudah tercemar oleh kuman dan jamur.⁵⁶⁻⁵⁷

e. Dekok

Adalah infus pada waktu lebih lama (≥ 30 menit) dan temperatur hingga titik didih air.⁵⁷

2.7.1 Pelarut

Pelarut adalah substansi cair yang mampu melarutkan substansi lain tanpa mengalami perubahan kimia. Kemampuan suatu substansi dalam melarutkan substansi lainnya bergantung pada kesesuaian struktur molekulnya.⁵⁸ Pelarut yang paling umum digunakan adalah air, lalu kimia organik (yang mengandung karbon) yang disebut sebagai pelarut organik. Pelarut biasanya memiliki titik

Universitas Indonesia

didih yang rendah dan mudah menguap atau dapat diangkat melalui proses distilasi, sehingga hanya substansi terlarutnya saja yang tertinggal. Untuk membedakan antara zat terlarut dan pelarut, pelarut memiliki proporsi yang lebih besar.

Pelarut merupakan cairan jernih dan tidak berwarna serta memiliki bau yang khas. Konsentrasi dari suatu larutan adalah jumlah senyawa yang terlarut di dalam sejumlah volume pelarut. Solubilitas adalah jumlah maksimum senyawa yang dapat larut di dalam sejumlah volume pelarut pada suhu tertentu. Umumnya pelarut organik digunakan dalam proses pencucian pakaian dan tekstil, sebagai pelarut cat, penghilang cat kuku dan pelarut lem penghilang noda, deterjen, parfum dan pada sintesis kimia. Penggunaan pelarut inorganik (selain air) terbatas pada penelitian kimia dan beberapa proses teknologi.

Pelarut dibedakan menjadi dua, yaitu pelarut polar dan non-polar. Umumnya konstanta dielektrik pelarut menunjukkan polaritas pelarut. Pelarut dengan konstanta dielektrik kurang dari 15 dikategorikan sebagai non polar. Polaritas, momen dipol, kemampuan polarisasi, dan ikatan hidrogen dari pelarut menentukan jenis senyawa yang dapat dilarutkan dan dengan pelarut atau senyawa cair apa ia dapat terlarut. Pelarut polar sangat baik dalam melarutkan senyawa polar, begitupun dengan pelarut non-polar yang sangat baik dalam melarutkan senyawa non-polar. Senyawa polar yang kuat seperti sukrosa atau senyawa ionik seperti garam inorganik hanya dapat terlarut dalam pelarut polar seperti air, dimana senyawa non-polar yang kuat seperti minyak atau wax hanya terlarut dalam pelarut yang sangat non-polar seperti heksan. Begitu juga dengan air dan heksan, kedua pelarut ini tidak akan melarutkan satu sama lain dan akan segera membentuk dua lapisan yang terpisah.⁵⁹

Pelarut yang baik harus memenuhi beberapa kriteria, yaitu murah dan mudah diperoleh, stabil secara fisika dan kimia, bereaksi

Universitas Indonesia

netral, tidak mudah menguap dan tidak mudah terbakar, memiliki titik didih yang sesuai, selektif dalam menarik zat, tidak mempengaruhi zat berkhasiat, dan sesuai dengan regulasi.^{58,60}

2.8 Kerangka Teori

