

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

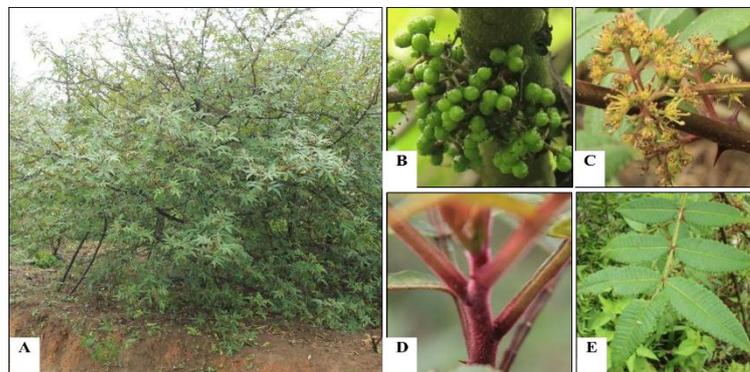
2.1 Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium*)

Tanaman andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium*) adalah tanaman khas Sumatera Utara yang termasuk marga dari *Zanthoxylum*, suku *Rutaceae*. Andaliman merupakan salah satu jenis rempah-rempah dari tumbuhan liar yang cukup banyak diketahui oleh masyarakat Batak, Sumatera Utara. Tanaman andaliman banyak tumbuh di pegunungan kawasan Danau Toba dan sekitarnya. Diduga penyebaran tanaman andaliman ini secara umum melalui burung yang memakan buah andaliman, kemudian melalui kotoran burung tersebut biji andaliman tersebar kemana-mana dan tumbuh secara liar. Di Sumatera Utara, tanaman ini tumbuh liar pada berbagai tempat, yaitu daerah Angkola, Mandailing, Humbang, Silindung, Dairi, dan Toba Holbung (Anggraeni, 2020).

Sebagai tanaman yang berasal dari daerah tropis dan subtropis, andaliman dapat tumbuh dengan baik pada ketinggian elevasi sekitar 1.200 hingga 1.500 meter di atas permukaan laut (mdpl). Tanaman ini memerlukan temperatur yang cukup sejuk, dengan kisaran suhu antara 15°C hingga 18°C. Untuk kondisi tanah, andaliman membutuhkan tanah dengan kedalaman minimal 50 cm yang bersifat gembur dan lembab, dengan permeabilitas sedang dan drainase yang agak cepat. Tanah yang cocok untuk pertumbuhannya memiliki tingkat kesuburan yang bervariasi, dengan tekstur yang bisa berupa pasir, lempung, atau tanah liat. Dalam hal perkecambahan, andaliman menunjukkan pola perkecambahan epigeal yaitu batang akan memanjang di bawah kelompok daun sehingga daun tersebut akhirnya terangkat di atas permukaan tanah (Kurniawan *et al.*, 2023).

Morfologi tanaman andaliman dapat diamati dari tekstur kulit batangnya yang memiliki warna coklat muda keabuan atau abu-abu kehijauan. Batangnya dapat tumbuh dengan panjang sekitar 3 hingga 8 meter dan dahan muda berwarna merah. Beberapa jenis batang andaliman memiliki duri, sementara yang lainnya tidak. Duri-duri tersebut umumnya berbentuk segitiga runcing atau berbentuk kait (Ompusunggu & Irawati, 2021).

Buah andaliman memiliki bentuk bulat kecil dengan ukuran diameter sekitar 3-4 mm seperti yang terlihat pada Gambar 2.1 bagian B, dengan biji berwarna hitam. Ketika buah ini digigit, akan mengeluarkan aroma wangi yang khas serta rasa getir yang tajam, memberikan sensasi unik pada lidah, dan juga dapat merangsang produksi air liur. Buah andaliman termasuk dalam kategori buah sejati yang terbentuk dari satu bunga dengan banyak bakal buah yang masing-masing tumbuh secara terpisah, namun berkumpul dalam satu tangkai. Tumbuhan andaliman berkembang biak dengan biji dan memiliki sistem akar tunggang (Anggraeni, 2020).



Gambar 2.1 Tumbuhan Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium*).
(A). Pohon (B). Buah (C). Bunga (D) Dahan Muda (E) daun
(Sumber : Lumban Raja & Hartana, 2017)

Bunga pada tumbuhan andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium*) tumbuh di ketiak daun atau pada batangnya seperti yang terlihat pada Gambar 2.1 bagian C. Bunga tanaman ini memiliki panjang sekitar 3 mm dan bersifat berkelamin dua, yang berarti memiliki organ jantan dan betina dalam satu bunga, dengan warna yang cenderung kuning pucat. Dasar bunga andaliman berbentuk rata atau sedikit kerucut, memberikan karakteristik khusus pada bunga tersebut. Keberadaan bunga ini berperan dalam proses reproduksi tanaman, yang dapat menghasilkan buah andaliman yang memiliki rasa dan aroma yang begitu khas (Batubara *et al.*, 2020).

Daun andaliman memiliki bentuk majemuk menyirip gasal, sering disebut juga daun anak tiga seperti pada Gambar 2.1 bagian E, dengan panjang antara 2-25 cm dan terdiri dari 3-7 anak daun. Anak daun ini memiliki duri, berbentuk lonjong, ujung meruncing, dan tepi bergerigi halus. Permukaan atas pada daun hijau mengkilat dan permukaan bawah daun berwarna hijau muda atau pucat,

sedangkan pada daun muda permukaan atas bewarna hijau dan permukaan bawah daun bewarna hijau kemerahan. (Silalahi *et al.*, 2021). Klasifikasi andaliman (*Zantoxylum acanthopodium*) adalah sebagai berikut :

Kingdom : *Plantae*
Filum : *Tracheophyta*
Kelas : *Magnoliopsida*
Ordo : *Rutales*
Famili : *Rutaceae*
Genus : *Zantoxylum*
Spesies : *Zantoxylum acanthopodium* (Ompusunggu & irawati, 2021).

2.1.1 Senyawa pada Andaliman

Andaliman memiliki beberapa senyawa metabolit sekunder diantaranya yaitu alkaloid, flavonoid, saponin, dan tanin (Dewana *et al.*, 2022). Kandungan yang terdapat dalam andaliman tersebut memiliki manfaat sebagai antivirus, antijamur, antibiotik, dan antibakteri (Adrian *et al.*, 2023). Senyawa aktif tersebut didapatkan dengan melakukan ekstraksi (Desi, 2022). Senyawa metabolit yang terdapat pada tanaman andaliman hanya bisa diekstraksi dengan mengambil bagian tertentu dari tanaman (Sepriani *et al.*, 2020).

Dalam buah andaliman terdapat senyawa alkaloid yang mampu mengganggu proses metabolisme bakteri. Alkaloid mampu mempengaruhi sintesis protein bakteri dengan menghambat aktivitas ribosom untuk pertumbuhan dan reproduksi bakteri. Alkaloid merupakan senyawa yang memiliki aktivitas antibakteri yang kuat (Karo-Karo *et al.*, 2024) serta efektif terhadap bakteri gram positif (Syahputri *et al.*, 2024) dan gram negatif (Fathurrohman *et al.*, 2022).

Flavonoid dalam buah andaliman memiliki peran penting dalam aktivitas antibakteri. Flavonoid mampu melindungi sel dari kerusakan oksidatif dan berinteraksi dengan membran sel bakteri. Flavonoid dapat menghambat pertumbuhan bakteri dengan cara mengganggu fungsi membran sel dan mengurangi aktivitas enzim – enzim penting yang dibutuhkan oleh bakteri dalam bertahan hidup (Karo-Karo *et al.*, 2024).

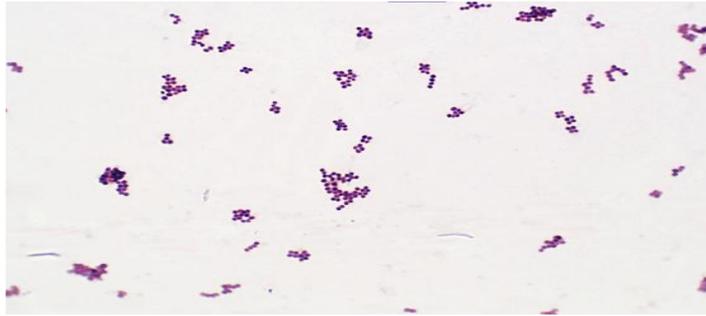
Senyawa saponin juga terdapat dalam buah andaliman tetapi memiliki mekanisme kerja yang berbeda namun tetap efektif. Saponin dapat membentuk kompleks dengan lipid yang terdapat pada membran sel bakteri, yang menyebabkan perubahan permeabilitas. Saponin mengganggu integritas sel bakteri melalui membran sel dan dinding sel (Fredison *et al.*, 2023).

Tanin juga merupakan senyawa yang terdapat dalam buah andaliman. Tanin menyebabkan sel bakteri menjadi lisis dengan mengganggu polipeptida dinding sel bakteri sehingga susunan struktur dinding sel menjadi tidak sempurna. Senyawa tanin juga dapat menonaktifkan enzim bakteri dan melepaskan lapisan protein yang mengelilingi sel. Senyawa tanin bersifat astrigen yang dapat mengganggu permeabilitas sel dan menyebabkan kematian bakteri (Hasan *et al.*, 2023).

2.2 Bakteri *Staphylococcus epidermidis*

Staphylococcus epidermidis adalah bakteri gram positif yang termasuk dalam genus *Staphylococcus* dan bersifat fakultatif *anaerob*. Bakteri ini dapat ditemukan pada flora normal tubuh, seperti hidung, tenggorokan, rambut, kulit dan juga ditemukan pada membran mukosa manusia (Khairunnisa *et al.*, 2023). Meskipun demikian, bakteri ini dapat menjadi patogen oportunistik yang menyebabkan infeksi pada individu dengan sistem kekebalan tubuh yang lemah, seperti pada pasien yang menjalani perawatan medis intensif (Mopangga *et al.*, 2021).

Bakteri *Staphylococcus epidermidis* memiliki bentuk sel *coccus* (bulat) dengan diameter sekitar 0,5 – 1,5 μm , yang tersusun bergerombol tidak teratur seperti yang terlihat pada Gambar 2.2 (Indrayati *et al.*, 2020). Selain itu, dalam kultur cair, bakteri ini dapat ditemukan dalam bentuk *coccus* tunggal, berpasangan, atau membentuk rantai. Koloni bakteri ini umumnya berwarna abu-abu hingga putih, dan tidak membentuk spora (Nena Setiyanti, 2020).



Gambar 2.2 *Staphylococcus epidermidis*
(Sumber : Karimela *et al.*, 2019)

Klasifikasi bakteri *Staphylococcus epidermidis* berdasarkan Itis.gov (2021) adalah sebagai berikut :

Kingdom : *Bacteria*
Filum : *Firmicutes*
Kelas : *Bacilli*
Ordo : *Bacillales*
Famili : *Staphylococcaceae*
Genus : *Staphylococcus*
Spesies : *Staphylococcus epidermidis*

2.3 Ekstraksi

Ekstraksi adalah proses pemisahan bahan berdasarkan perbedaan kelarutannya. Metode ekstraksi yang dipilih mempengaruhi kualitas dan kuantitas kandungan kimia yang dapat diekstraksi dari tanaman. Pemilihan metode yang tepat dapat meningkatkan jumlah metabolit sekunder dalam ekstrak yang diperoleh (Verawati *et al.*, 2020). Hingga kini, terdapat berbagai metode ekstraksi yaitu yang menggunakan suhu dingin maupun suhu panas. Ekstraksi cara dingin meliputi maserasi dan perkolasi, sementara ekstraksi cara panas mencakup refluks dan sokletasi (Samudra *et al.*, 2022).

A. Metode Maserasi

Maserasi adalah salah satu metode ekstraksi dengan merendam serbuk simplisia dalam pelarut yang tidak menggunakan proses pemanasan melainkan dengan cara dingin. Proses pemisahan senyawa dalam simplisia menggunakan pelarut tertentu berdasarkan prinsip *like dissolved like* yaitu suatu pelarut polar

akan melarutkan senyawa polar yang terdapat dalam simplisia tersebut. Cairan pelarut akan menembus dinding sel dan masuk ke dalam rongga sel yang mengandung zat aktif. Zat aktif tersebut kemudian larut dalam cairan pelarut. Karena adanya perbedaan konsentrasi antara larutan zat aktif di dalam sel dengan di luar sel, larutan yang terpekat akan terdorong keluar dari sel. Proses ini akan terus berulang, sehingga terjadi keseimbangan konsentrasi antara larutan yang ada di dalam dan di luar sel (Dewatikasari, 2020).

B. Metode Perkolasi

Ekstraksi dengan perkolasi adalah proses pengambilan senyawa aktif dari simplisia dengan cara mengalirkan pelarut melalui serbuk simplisia. Pelarut dialirkan dari atas, dan sepanjang perjalanan pelarut tersebut akan melarutkan komponen aktif yang ada dalam simplisia. Proses ini menggunakan pelarut baru secara terus-menerus hingga dapat melarutkan zat aktif dalam simplisia sampai tercapai keadaan jenuh dan maksimal. Namun, metode ini dianggap kurang efisien dan perlu memperhatikan tingkat kelarutan senyawa aktif yang menjadi sasaran, terutama terkait dengan kesesuaian pelarut yang digunakan (Tutik *et al.*, 2022).

C. Metode Refluks

Refluks adalah metode ekstraksi menggunakan pelarut pada temperatur titik didihnya diatur dalam waktu tertentu. Ekstraksi ini umumnya dilakukan selama 4 jam, diikuti dengan pengulangan proses pada residu pertama sebanyak 3-5 kali untuk mencapai ekstraksi yang optimal. Refluks biasanya digunakan untuk mengekstraksi bahan yang tahan panas dan memiliki tekstur seperti kertas, akar, batang, buah, biji, dan herba (Daryanti *et al.*, 2023).

D. Metode Sokletasi

Sokletasi adalah metode ekstraksi yang menggunakan alat bernama soklet. Metode sokletasi bekerja dengan cara sampel dan pelarut ditempatkan secara terpisah. Prinsip kerja sokletasi adalah ekstraksi dilakukan secara terus menerus dengan pelarut dalam jumlah yang relatif sedikit. Setelah ekstraksi selesai, pelarut dapat diuapkan untuk memperoleh ekstrak. Biasanya, pelarut yang digunakan

adalah pelarut yang mudah menguap atau memiliki titik didih rendah (Hasnaeni *et al.*, 2019)

2.4 Uji Fitokimia

Uji fitokimia adalah suatu metode analisis yang digunakan untuk mengetahui kandungan senyawa kimia yang terdapat dalam sampel tumbuhan atau hewan, baik secara keseluruhan maupun dengan memfokuskan pada bagian-bagian tertentu dari sampel tersebut. Melalui uji ini, diharapkan dapat teridentifikasi senyawa-senyawa baru yang memiliki potensi farmakologis, yang nantinya dapat dikembangkan sebagai bahan dasar untuk penemuan obat-obatan baru. Obat-obatan tersebut berpotensi untuk memiliki berbagai macam aktivitas biologis, seperti sifat antibakteri, antivirus, atau bahkan aktivitas lainnya yang bermanfaat dalam dunia kesehatan (Atomik, 2024).

Beberapa senyawa metabolit yang dapat diketahui dalam uji fitokimia yaitu flavonoid, alkaloid, saponin dan tanin. Flavonoid adalah senyawa fitokimia yang memiliki potensi sebagai antibakteri. Kandungan flavonoid dalam tanaman berfungsi sebagai pengatur pertumbuhan serta melindungi tanaman dari mikroba patogen, serangga, dan hama (Hadiq *et al.*, 2023).

Alkaloid adalah senyawa yang bersifat basa dan mengandung satu atau lebih atom nitrogen dalam struktur sikliknya. Senyawa ini terdiri dari atom karbon, hidrogen, nitrogen, dan oksigen. Pada tanaman, alkaloid berfungsi untuk melindungi tanaman dari serangan hama, memperkuat struktur tumbuhan, serta mengatur kerja hormon (Solekha *et al.*, 2021). Saponin memiliki kemampuan antifungi dan antimikroba, yang terkait dengan sifat sitostatiknya serta pengaruhnya terhadap permeabilitas membran sitoplasma. Hal ini dapat menyebabkan lisis pada sel mikroba (Lestari, 2021). Di sisi lain, tanin adalah kelompok senyawa polihidroksil fenol yang memiliki kemampuan khusus untuk mengendapkan protein. Selain itu, tanin juga dapat menghambat aktivitas enzim seperti *reverse transcriptase* dan *DNA topoisomerase* pada bakteri, yang berfungsi untuk mencegah pembentukan sel bakteri (Indarto *et al.*, 2019)

2.5 Uji Aktivitas Antibakteri

Uji aktivitas antibakteri berfungsi untuk mengetahui dan menemukan bahan alami yang dapat digunakan sebagai senyawa antibakteri dan memiliki kemampuan dalam menghambat pertumbuhan atau membunuh bakteri pada konsentrasi yang rendah (Ramadhani & Roslina, 2020). Uji ini bertujuan mengetahui efektifitas dari suatu antibiotik. Hasil aktivitas suatu bakteri terhadap antibiotik ditunjukkan dengan terbentuknya diameter zona bening (hambat), semakin besar diameter zona hambat maka pertumbuhannya juga akan semakin terhambat. (Kurniawan *et al.*, 2023). Menurut Davis and Stout (1971) Zona hambatan yang terbentuk diamati dan diukur dengan jangka sorong dengan kategori sebagai berikut :

Zona hambat lemah	: < 5 mm
Zona hambat sedang	: 5 – 10 mm
Zona hambat kuat	: 10 – 20 mm
Zona hambat sangat kuat	: > 20 mm

2.5.1 Metode Difusi

Metode difusi merupakan metode yang cukup sering digunakan dalam menganalisis aktivitas antibakteri. Prinsip kerjanya adalah terdifusinya senyawa antibakteri pada media padat serta mikroba uji telah diinokulasikan. Metode difusi terbagi menjadi 3 metode yaitu metode sumuran, metode cakram, dan metode silinder.

Metode sumuran yaitu membuat lubang pada media agar padat yang telah diinokulasi dengan bakteri. Jumlah dan letak lubang disesuaikan dengan tujuan dari penelitian, kemudian lubang diisi dengan larutan yang akan diuji dan diinkubasi. Setelah diinkubasi, pertumbuhan bakteri diamati untuk melihat ada tidaknya zona bening disekeliling lubang (Panyauri, 2020).

Metode difusi dengan cakram dilakukan dengan cara menyerap bahan antimikroba ke dalam kertas cakram yang telah dijenuhkan dengan bahan uji. Kertas cakram yang telah terisi bahan antimikroba kemudian diletakkan pada permukaan media agar yang telah diinokulasi dengan biakan mikroba uji. Selanjutnya, media tersebut diinkubasi selama 18-24 jam pada suhu 35°C. Setelah

inkubasi, diamati zona bening di sekitar kertas cakram, yang menunjukkan adanya hambatan pada pertumbuhan mikroba. Diameter zona bening yang terbentuk sebanding dengan jumlah mikroba uji yang ada pada kertas cakram. Salah satu kelebihan dari metode cakram ini adalah pengujian dapat dilakukan dengan lebih cepat, terutama dalam hal penyiapan cakram untuk uji (Nurhayati *et al.*, 2020).

Metode silinder yaitu dengan meletakkan silinder yang terbuat dari gelas atau besi tahan karat di atas media agar yang telah diinokulasi dengan bakteri. Tiap silinder di tempatkan sedemikian rupa hingga berdiri di atas media agar, kemudian diisi dengan larutan yang akan diuji dan diinkubasi. Setelah diinkubasi, pertumbuhan bakteri diamati untuk melihat daerah hambatan atau zona bening di sekeliling silinder. Kemudian zona bening diukur diameternya menggunakan jangka sorong (Panyauri, 2020).

2.5.2 Metode Dilusi

Metode dilusi terbagi menjadi dua jenis, yaitu dilusi cair dan dilusi padat. Metode dilusi cair digunakan untuk mengukur KHM (kadar hambat minimum), sementara metode dilusi padat digunakan untuk menentukan KBM (kadar bakterisidal minimum). Pada metode dilusi cair, langkah yang dilakukan adalah membuat seri pengenceran agen antimikroba pada medium cair yang kemudian ditambahkan dengan mikroba uji. Sementara itu, metode dilusi padat dilakukan dengan menginokulasi mikroba uji pada media agar yang mengandung agen antimikroba. Keuntungan dari metode dilusi ini adalah satu konsentrasi agen antimikroba yang diuji dapat digunakan untuk menguji beberapa mikroba uji sekaligus (Arinda *et al.*, 2019).