

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Buah Mengkudu

Pada berbagai wilayah Indonesia tanaman mengkudu disebut dengan nama pace atau kemudu, Jawa, keumeudee (Aceh), cangkudu (sunda), kodhuk (Madura), dan tibah (Bali) (Alqamari *et al.*, 2017). Masyarakat mengonsumsi tanaman mengkudu pada bagian tertentu seperti akarnya yang digunakan sebagai untuk pewarna pakaian dan buahnya yang dimanfaatkan untuk pengobatan (Ariningtyas dan Jannah, 2024).



Gambar 2. 1 Buah Mengkudu

Sumber: Garcia (2022)

A. Klasifikasi Tanaman

Secara umum klasifikasi ilmiah salak sebagai berikut:

Kingdom : Plantae

Divisi : Magnoliophyta

Class : Magnoliopsida

Ordo : Rubiales

Family : Rubiaceae

Genus : Morinda

Spesies : *Morinda citrifolia* L. (Alqamari *et al.*, 2017).

B. Morfologi Tanaman

Tanaman mengkudu berbuah beberapa kali setiap tahun, menghasilkan buah dalam jumlah banyak. Buah ini memiliki berbagai bentuk (cenderung bulat, agak lonjong, atau panjang), dengan permukaan buah yang tidak rata akibat tersusun atas bagian-bagian berbentuk poligonal yang ditandai dengan bintik-bintik dan tonjolan kecil menyerupai kutil. Pada fase muda, buah menunjukkan warna kehijau-hijauan dan secara bertahap berubah menjadi hijau keputih-putihan ketika mencapai tingkat kematangan (Alqamari *et al.*, 2017). Daging buah mengkudu memiliki tekstur yang lunak, berair, dan menghasilkan aroma yang cukup menyengat selama proses pematangan. Aroma tersebut muncul akibat pencampuran antara senyawa asam kaprik dan asam kaproat. Kedua senyawa ini bersifat aktif sebagai antibiotik. Biji mengkudu berukuran kecil dengan panjang 4 mm, berwarna kemerah-merahan, berbentuk persegi panjang segitiga. Kulit biji sangat keras, relatif tebal, dan ditutupi dengan lapisan perkamen (Abnaz dan Levita, 2018).

Tanaman noni (*Morinda citrifolia* L.) pada umumnya tumbuh secara liar di hutan maupun di pinggiran sungai. Tanaman ini mampu beradaptasi dengan berbagai kondisi lahan dan berkembang pada kawasan dataran rendah hingga ketinggian 500 m di atas permukaan laut dengan kondisi curah hujan 2000-3000 mm/tahun (Alqamari *et al.*, 2017). Tanaman mengkudu memiliki berbagai manfaat seperti bahan tekstil, bangunan, sumber pangan, dan obat-obatan. Tanaman ini kemudian menyebar hingga ke wilayah Kepulauan Polinesia dan dimanfaatkan oleh masyarakat Polinesia untuk bahan pengobatan beragam jenis penyakit, seperti tumor, luka, penyakit kulit, gangguan pernapasan, dan penyakit usia lanjut (Muslim dan Habibi, 2020).

2.2 Kandungan Kimia Buah Mengkudu

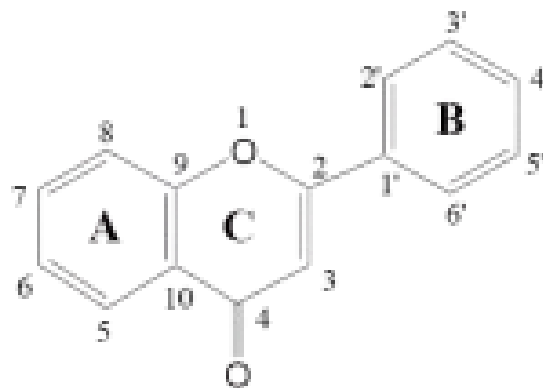
Buah mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) adalah bagian dari tanaman mengkudu yang diketahui mengandung berbagai senyawa metabolit sekunder. Di Indonesia, buah mengkudu cukup melimpah dan diketahui memiliki kandungan senyawa bioaktif antioksidan dan antimikroba (Wahyuningsih *et al.*, 2020). Secara spesifik, buah mengkudu mengandung senyawa flavonoid dan fenol yang berperan sebagai antibakteri alami. Kandungan fenol yang tinggi umumnya terdapat pada

buah mengkudu yang matang. Aktivitas biologis dari buah mengkudu dapat mengatasi peradangan, sakit kepala, dan infeksi dibagian kulit (Hardani *et al.*, 2020).

Komponen kimia yang terkandung dalam buah mengkudu adalah flavonoid, fenolik, terpenoid. Senyawa fenolik pada buah mengkudu memiliki berbagai aktivitas biologis, seperti antibakteri, antiseptik, dan antioksidan. Senyawa ini juga berperan dalam menghambat aktivitas oksidan reaktif yang berkaitan dengan penyakit degeneratif, seperti kanker, menghambat pertumbuhan, dan metabolisme mikroorganisme (Hasri *et al.*, 2018).

2.2.1 Senyawa Flavonoid

Senyawa flavonoid merupakan senyawa turunan sekunder yang termasuk ke dalam golongan fenol, dengan struktur cincin benzena yang memiliki gugus OH (Widiasrini *et al.*, 2024). Senyawa ini memiliki kerangka dasar berupa 15 atom karbon dengan susunan konfigurasi C₆-C₃-C₆, yaitu dua cincin aromatik yang dihubungkan oleh rantai alifatik tiga karbon. Pada struktur flavonoid, gugus hidroksil (-OH) umumnya terdapat pada cincin B di posisi 3' dan 4', cincin A pada posisi 5 dan 7, serta cincin C pada posisi 3 (Pambudi *et al.*, 2014).



Gambar 2. 2 Struktur Umum Flavonoid

Sumber: Pambudi *et al.*, (2014).

Senyawa flavonoid merupakan salah satu senyawa metabolit sekunder yang memiliki aktivitas antibakteri. Senyawa ini bekerja dengan cara menghambat sintesis asam nukleat, menghambat fungsi membrane sel, dan menghambat proses metabolisme energi (Komalasari *et al.*, 2021).

2.2.2 Senyawa Alkaloid

Alkaloid merupakan kelompok senyawa metabolit sekunder yang secara alami dihasilkan oleh tumbuhan sebagai mekanisme perlindungan diri terhadap patogen dan gangguan lingkungan. Senyawa ini memiliki karakteristik berupa kandungan atom nitrogen yang bersifat basa dan memiliki berbagai struktur kimia yang kompleks. Alkaloid banyak ditemukan pada berbagai tanaman, seperti akar, biji, kayu, dan daun yang berperan dalam mempertahankan kelangsungan hidup tanaman melalui metabolisme dan perlindungan terhadap patogen. Selain fungsi tersebut, alkaloid juga berpotensi sebagai agen pengendali penyakit tanaman karena antimikroba, antifungi, dan bioaktif sebagai alternatif pestisida nabati yang lebih ramah terhadap lingkungan (Tanjung dan Chatri, 2025).

2.2.3 Senyawa Terpenoid

Terpenoid merupakan turunan terdehidrogenasi dan teroksidasi dari senyawa terpen. Terpen adalah kelompok hidrokarbon terutama diproduksi oleh tumbuhan. Rumus molekul terpena adalah $(C_5H_8)_n$, karena kerangka karbonnya sama dengan senyawa isoprene (Nola *et al.*, 2021). Terpenoid termasuk jenis metabolit sekunder yang tersebar pada akar, batang, daun, dan buah. Senyawa ini memiliki sifat fungistatik yang mampu menghambat aktivitas enzim-enzim tertentu yang mengakibatkan terganggunya metabolisme sel fungi (Nabillah dan Chatri, 2024).

2.3 Ekstraksi

Ekstraksi merupakan proses pemisahan komponen dalam suatu campuran menggunakan pelarut tertentu (Hujjatusnaini *et al.*, 2021). Ekstraksi juga dapat diartikan sebagai metode untuk mengisolasi senyawa kimia dari jaringan tumbuhan dengan menggunakan pelarut yang sesuai. Proses ini bertujuan untuk mengekstrak metabolit sekunder yang terkandung dalam sampel (Sari *et al.*, 2025). Prinsip dasar ekstraksi didasarkan pada kesesuaian sifat pelarut dengan senyawa yang akan dilarutkan, yaitu senyawa polar larut dalam pelarut polar, sedangkan senyawa non polar dalam pelarut non polar (Anggraini dan Khabibi, 2022).

Ekstrak adalah sediaan berupa kering, kental, dan cair dihasilkan melalui proses penyarian dari simplisia nabati, hewani, atau mineral. Pembuatan ekstrak dilakukan dari simplisia yang mengandung zat berkhasiat dengan kadar yang tinggi.

Berbagai jenis sifatnya, ekstrak dibedakan menjadi empat jenis, yaitu ekstrak cair, ekstrak encer, ekstrak kental, dan ekstrak kering. Ekstrak cair adalah sediaan hasil penyarian simplisia berbentuk cair yang mengandung etanol sebagai bahan pengawet. Ekstrak encer adalah sediaan dengan konsentrasi rendah yang memiliki sifat mudah dituang. Ekstrak kental adalah sediaan yang dapat dilihat dalam keadaan dingin yang memiliki kandungan air sekitar 30%. Ekstrak kering diperoleh dengan mengeringkan ekstrak kental di dalam oven pada suhu rendah (Fitriana, 2023).

2.3.1 Maserasi

Maserasi merupakan metode ekstraksi simplisia yang digunakan untuk bahan yang tidak tahan panas dengan cara merendam sampel dalam pelarut selama jangka waktu tertentu. Proses ini umumnya dilakukan pada suhu 20-30°C untuk menghindari evaporasi secara berlebihan disertai pengadukan selama 15 menit (Hujjatusnaini *et al.*, 2021). Secara teknologi, maserasi adalah metode ekstraksi yang bekerja berdasarkan tercapainya kondisi setimbang pada konsentrasi antara pelarut dan cairan bagian dalam rongga sel yang mengandung beberapa senyawa aktif (Aprilyanie *et al.*, 2023). Hal yang paling diperhatikan pada metode ini dipengaruhi adanya waktu kontak yang cukup di antara sampel dan pelarut sehingga jumlah senyawa yang terekstraksi semakin banyak (Issusilaningtyas *et al.*, 2023).

Metode maserasi berdasarkan prinsip *like dissolved like*, di mana simplisia direndam dalam pelarut yang sesuai, biasanya dilakukan selama 24 jam pada suhu ruang dengan pengadukan sesekali untuk mempercepat proses difusi zat aktif dari matriks tumbuhan ke dalam pelarut (Faiha *et al.*, 2025). Proses maserasi dengan waktu yang relatif lama dan keadaan diam memungkinkan banyak senyawa yang terekstraksi (Susanty dan Bachmid, 2016). Keuntungan metode maserasi diantaranya yaitu alat yang sederhana, biaya relatif rendah, mudah dilakukan, dan mencegah penguapan komponen senyawa (tanpa pemanasan). Namun, kerugian metode maserasi adalah membutuhkan waktu yang lama untuk memperoleh hasil yang optimal, penyarian kurang sempurna, dan penggunaan pelarut yang banyak (Ningsih *et al.*, 2024).

Ekstrak dihasilkan dari proses remaserasi dengan pelarut yang sesuai, melibatkan repetisi penambahan pelarut setelah dilakukan penyaringan maserat

awal. Maserat yang telah terkumpul, selanjutnya diuapkan menggunakan waterbath hingga diperoleh ekstrak kental dan dilakukan penimbangan serta perhitungan rendemen ekstrak (Saerang *et al.*, 2023).

Rumus perhitungan hasil rendemen ekstrak:

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{\text{Berat ekstrak}}{\text{Berat simplisia}} \times 100\%$$

2.3.2 Perkolasi

Perkolasi merupakan metode ekstraksi yang menggunakan pelarut baru secara terus-menerus pada suhu ruang. Metode ini bekerja berdasarkan prinsip gravitasi, yaitu pelarut dialirkan secara kontinyu dari atas dengan melewati simplisia yang berada di dalam perkolator sehingga senyawa terlarut yang mengalir ke bawah akan ditampung (Tutik *et al.*, 2022). Mekanisme ini memungkinkan pelarut terus-menerus akan menarik senyawa metabolit sekunder yang terdapat dalam simplisia. Selain itu, pelarut baru yang mengalir secara kontinyu dapat menyebabkan butir-butir simplisia yang berada di ruang akan membentuk saluran kapiler dan adanya perbedaan peningkatan konsentrasi. Tingginya konsentrasi dalam larutan akan terdesak keluar dan larutan berkonsentrasi rendah menggantikannya sehingga serbuk simplisia yang mengandung senyawa aktif dapat larut lebih maksimal (Ashari dan Wijayanti, 2023).



Gambar 2. 3 Proses Perkolasi

Sumber: Moraes, (2022)

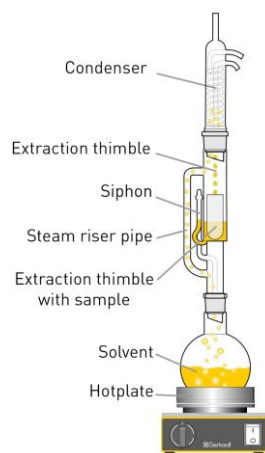
Metode perkolasi merupakan salah satu ekstraksi sederhana yang dapat memperoleh rendemen ekstrak dengan konsentrasi yang tinggi dan dapat mengekstrak lebih optimal kandungan metabolit sekunder yang terdapat di dalam

simplisia. Metode ini memiliki kelebihan yaitu dapat mencegah terjadinya kejenuhan dan memanfaatkan aliran cairan penyari sehingga senyawa aktif terdorong keluar dari sel. Namun, metode ini juga memiliki kekurangan yaitu membutuhkan pelarut yang lebih banyak dan beresiko terjadinya kontaminasi mikroba untuk penyari air yang dilakukan secara terbuka (Ningsih *et al.*, 2024).

2.3.3 Soxhletasi

Soxhlet merupakan metode ekstraksi yang menggunakan pelarut baru secara kontinu dengan bantuan alat khusus dan pendingin balik. Pada metode ini, proses pemanasan menyebabkan pelarut menguap ke atas, kemudian uap dikondensasikan oleh kondensor menjadi tetesan yang akan terkumpul kembali (Hujjatusnaini *et al.*, 2021). Pemanasan meningkatkan energi kinetik pelarut sehingga mempercepat proses ekstraksi dan menghasilkan komponen dalam sampel yang terekstraksi lebih efektif (Yasacaxena *et al.*, 2023).

Peralatan yang digunakan pada metode soxhletasi terdiri dari kondensor, Soxhlet (timbangan, pipa F, dan sifon), labu alas bulat, dan pemanas. Kondensor berfungsi sebagai pendingin untuk mempercepat terjadinya proses pengembunan. Timbal digunakan sebagai wadah sampel, pipa F berfungsi menyalurkan uap pelarut yang dipanaskan pada labu alas bulat ke kondensor, serta sifon berperan dalam mengatur siklus ekstraksi dengan mengalirkan kembali larutan yang penuh jatuh ke dalam labu alas bulat. Labu alas bulat berfungsi sebagai wadah pelarut dipanaskan selama proses ekstraksi berlangsung (Firyanto *et al.*, 2020).



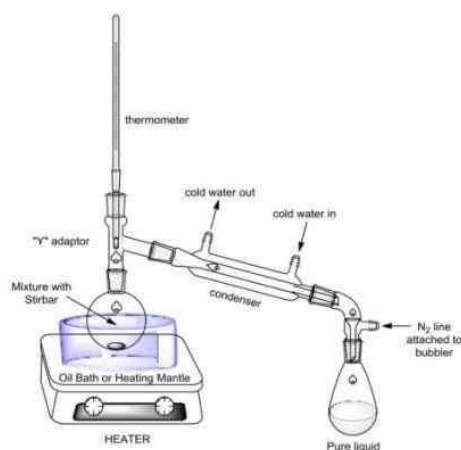
Gambar 2. 4 Rangkaian Alat Soxhlet

Sumber: Gerhardt GmbH, (2025)

Metode soxhlet menggunakan larutan penyari bersifat volatil dan memiliki titik didih rendah. Selama proses ekstraksi, pelarut dipanaskan hingga menghasilkan uap, kemudian didinginkan di dalam kondensor. Uap yang terkondensasi akan kembali menetes ke dalam labu alas bulat dan secara kontinyu membasahi sampel sehingga analit terlarut. Pelarut yang digunakan, diuapkan kembali untuk memisahkannya dari analit (Firyanto *et al.*, 2020).

2.3.4 Refluks

Refluks merupakan metode ekstraksi yang dilakukan pada titik didih pelarut selama waktu tertentu dengan jumlah pelarut terbatas yang relatif konstan dengan adanya pendingin balik (Hujjatusnaini *et al.*, 2021). Upaya memperoleh hasil ekstraksi yang lebih baik, proses dilakukan secara berulang-ulang sebanyak 3-6 kali dengan pelarut yang dipanaskan pada kondisi bersuhu tinggi. Uap pelarut kemudian didinginkan oleh kondensor sehingga terkondensasi pada kondensor dan kembali turun lagi ke dalam wadah sehingga pelarut akan tetap ada selama reaksi berlangsung. Larutan disaring menggunakan kertas saring dan filtratnya diuapkan menggunakan *rotary evaporator*. Hasil ekstraksi refluks dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya jumlah pelarut dalam ekstraksi, volume larutan penyari harus cukup untuk melarutkan senyawa yang akan diekstraksi dan waktu maserasi (Laksmiani *et al.*, 2017).



Gambar 2. 5 Alat Ekstraksi Refluks

Sumber: Pasaribu, (2024)

2.4 Antibakteri

Antibakteri merupakan senyawa metabolit yang dihasilkan terhadap berbagai jenis mikroorganisme dalam konsentrasi rendah yang mampu menghambat pertumbuhan mikroorganisme (Nazar, 2023). Antibakteri bersifat toksik selektif, yaitu mampu membunuh bakteri menyebabkan penyakit tidak beracun bagi penderitanya. Secara umum, komponen antibakteri bekerja bertindak sebagai agen yang mampu mencegah pertumbuhan bakteri atau membunuh bakteri (Wattiheluw dan Amalia, 2024). Penghambatan senyawa aktif yang terkandung dalam berbagai ekstrak tumbuhan bertujuan untuk mencegah penyebaran penyakit dan infeksi, membasmi mikroorganisme pada inang yang terinfeksi dan mencegah proses pembusukan serta perusakan bahan oleh mikroorganisme (Lidyaza *et al.*, 2017).

Antibiotik adalah senyawa alami atau sintesis yang berfungsi mencegah infeksi yang disebabkan oleh bakteri gram positif dan gram negatif. Salah satu jenis antibiotik yaitu ciprofloxacin. Ciprofloxacin merupakan antibiotik golongan quinolone yang bekerja mensugesti enzim DNA gyrase pada bakteri. Antibiotik ini mengganggu mekanisme enzim DNA gyrase sehingga terjadi gangguan dalam proses replikasi dan transkripsi (Agustanty dan Budi, 2022). Ciprofloxacin digunakan sebagai kontrol positif karena menghambat mekanisme kerja enzim DNA gyrase yang berperan dalam pembelahan sel bakteri (Z. Muslim *et al.*, 2020).

2.4 Efektivitas Antibakteri

Efektivitas antibakteri merupakan kemampuan suatu zat dalam menghambat pertumbuhan bakteri sehingga untuk mencegah terjadinya infeksi. Pengujian efektivitas antibakteri dilakukan dengan cara mengetahui potensi suatu bahan alam yang memiliki aktivitas sebagai antibakteri serta menentukan kemampuan untuk menghambat pertumbuhan bakteri pada konsentrasi rendah. Efektivitas antibakteri dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti proses ekstraksi, suhu, kondisi pertumbuhan bakteri, dan kekeruhan suspensi bakteri. Pengujian ini dapat dilakukan menggunakan metode difusi karena memiliki teknik sederhana dan ketelitian. Salah satu parameter efektivitas antibakteri dapat dilihat berdasarkan diameter zona hambat yang terlihat di sekitar cakram. Zona bening

merupakan kepekaan bakteri terhadap bahan yang berpotensi sebagai antibakteri dan dinyatakan dalam satuan milimeter (Ginting *et al.*, 2024).

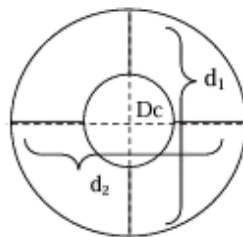
2.5 Metode Pengujian Konsentrasi Hambat Minimum

Uji konsentrasi hambat minimum dapat menggunakan dua jenis metode, yaitu metode difusi dan metode dilusi.

2.5.1 Metode Difusi

Metode difusi merupakan metode penentuan aktivitas antimikroba berdasarkan diameter zona bening yang terbentuk di sekitar kertas cakram yang mengandung senyawa antibakteri (Pareda *et al.*, 2020). Pengujian konsentrasi hambat minimum ditunjukkan dengan adanya atau tidaknya adanya area jernih pada permukaan media agar yang menandakan terhambatnya pertumbuhan bakteri. Diameter zona bening sebanding dengan jumlah mikroba uji yang ditambahkan pada kertas cakram (Nurhayati *et al.*, 2020). Kelebihan dari metode difusi cakram yaitu proses pengujian cepat, biaya relatif murah, mudah, dan tidak memerlukan keahlian khusus. Sedangkan kelemahan dari metode ini yaitu sulit untuk diaplikasikan pada mikroorganisme yang perkembangannya lambat dan zona bening yang terbentuk dipengaruhi pada kondisi inkubasi, inokulum, serta ketebalan medium (Intan, 2021).

Zona hambat yang terbentuk, diukur diameternya secara vertikal dan horizontal dengan satuan mm menggunakan jangka sorong. Berikut gambar pengukuran dan perhitungan zona hambat (Syahputri *et al.*, 2023):



Keterangan:

Dc: Diameter cakram disc

d_1 : Diameter vertikal

d_2 : Diameter horizontal

Pengukuran zona hambat berdasarkan rumus sebagai berikut:

$$\frac{(d_1 - Dc) + (d_2 - Dc)}{2}$$

Hasil pengujian aktivitas antibakteri ekstrak buah mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* ditentukan melalui pengukuran zona hambat berdasarkan standar CLSI. *Clinical and Laboratory Standards Institute* (CLSI) merupakan satu organisasi yang menetapkan standar untuk metode uji generik, salah satunya uji kepekaan Kirby-Bauer (Purmaningsih dan Supadmi, 2020). Interpretasi hasil uji zona hambat menurut CLSI diklasifikasikan ke dalam tiga jenis yaitu sensitif (S), intermediet (I), dan resisten (R). Berdasarkan standar antibiotik ciprofloxacin dinyatakan jenis sensitif jika memiliki diameter zona hambat ≥ 21 mm (S), intermediet 16-20 mm (I), dan resisten ≤ 15 mm (2013). Hal tersebut menjadi acuan pembandingan untuk menentukan interpretasi diameter zona hambat ekstrak buah mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*.

2.5.2 Metode Dilusi

Secara umum, metode dilusi dibedakan menjadi dua jenis, yaitu dilusi cair dan dilusi padat. Metode dilusi cair digunakan untuk mengukur KHM (Kadar Hambat Minimum), yaitu menentukan konsentrasi terendah ekstrak yang mampu menghambat pada pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*. Hasil yang ditunjukkan pada pengujian KHM ditandai dengan adanya kejernihan pada media tabung. Sementara itu, metode dilusi padat digunakan untuk menentukan KBM (Kadar Bakterisidal Minimum), yaitu menentukan konsentrasi terendah ekstrak yang ditandai dengan tidak adanya pertumbuhan bakteri pada media *Mueller Hinton Agar*. Hal tersebut menunjukkan bahwa larutan uji ekstrak berhasil mematikan bakteri tersebut (Marwah *et al.*, 2023).

2.6 Bakteri *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus merupakan bakteri gram positif yang berkembang optimal pada pH 7,0-7,5 dan berada pada suhu 30-37°C. Dinding sel ini tersusun dari komponen peptidoglikan dan asam teikoat. Bakteri ini tumbuh pada suasana aerob, tetapi juga bersifat anaerob fakultatif (Yuliani dan Oematan, 2013). *Staphylococcus aureus* termasuk mikroorganisme patogen yang sering menimbulkan infeksi dan gangguan pada kulit, karena memiliki kemampuan

membelah diri serta menyebar luas ke dalam jaringan melalui produksi beberapa bahan ekstraseluler. Bahan tersebut berupa enzim maupun toksin (Husna, 2018).

Staphylococcus aureus termasuk bakteri yang sering menyebabkan infeksi pada manusia. Namun, bakteri tersebut juga dapat mengakibatkan berbagai jenis infeksi seperti kasus pneumonia, mastitis, plebitis, meningitis, infeksi saluran kemih, *osteomyelitis*, dan *endocarditis*. Tingkat keparahan infeksi bervariasi mulai dari infeksi minor di kulit, infeksi traktus urinarius, infeksi traktus respiratorius hingga infeksi mata. Infeksi *Staphylococcus aureus* dapat juga berasal dari kontaminasi langsung dari luka, misalnya infeksi pasca operasi (Sulfianti *et al.*, 2023).

Mikroorganisme membutuhkan suatu media sebagai tempat pertumbuhan yang mengandung nutrisi untuk pertumbuhan bakteri yang berperan sebagai perbanyakan dan perhitungan jumlah mikroba. Nutrisi yang diperlukan untuk pertumbuhan mikroorganisme meliputi karbon, nitrogen, unsur non logam (Ca, Zn, Na, K, Cu, Mn, Mg, Fe), vitamin, air, dan energi (Indrayati *et al.*, 2021). Selain nutrisi, pertumbuhan bakteri juga disebabkan oleh berbagai faktor seperti suhu, kelembapan, cahaya, pH, dan nutrisi. Sebagian besar bakteri tumbuh optimal pada suhu 37°C yang sesuai dengan suhu tubuh manusia. Tingkat keasaman yang optimal untuk pertumbuhan bakteri berkisar antara 6,5-7,5 karena dipengaruhi oleh aktivitas enzim yang dibutuhkan oleh bakteri untuk mengkatalis reaksi-reaksi yang berhubungan dengan pertumbuhan bakteri (Fajar *et al.*, 2022). Menurut Woelansari *et al.* (2016). Tingkat keasaman yang optimal untuk pertumbuhan *Staphylococcus aureus* adalah 7,4.